

GEOLOGIA

TECNICA & AMBIENTALE



CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI

Speciale
Niscemi
2026

AQUANEST



**Resiste a
carichi fino a 60
tonnellate**



**Garantito oltre
50 anni**

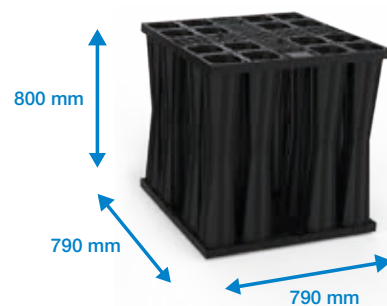


**960 litri di acqua
ogni metro cubo**



**Materiale
riciclabile al
100%**

Il modulo drenante per la gestione dell'acqua piovana!



Aquanest è la soluzione per la gestione delle piogge nelle aree urbane e industriali secondo i principi dell'invarianza idraulica, quindi attraverso l'infiltrazione, il rallentamento e la ritenzione delle acque piovane.

Classificato SLW60 secondo la DIN1072, resiste ai carichi pesanti fino a 60 tonnellate.

Aquanest permette di realizzare invasi interrati di qualsiasi estensione, composti da 3 livelli di moduli e posizionati ad una profondità massima di 6 metri dal piano campagna.

I moduli sono realizzati in polipropilene riciclato (in conformità al Decreto CAM). Rispetto alle soluzioni in calcestruzzo, non risentono dell'azione dell'umidità e del contatto con l'acqua, garantendo una longevità superiore ai 50 anni!

Seguici su:



www.valsir.it

MADE IN ITALY



valsir®
QUALITÀ PER L'IDRAULICA

SCEGLI IL PARTNER GIUSTO PER LA TUA PROFESSIONE



Sviluppiamo software di successo a livello mondiale.



GEOSTRU TI OFFRE I SOFTWARE PIÙ POTENTI ED AFFIDABILI.

Produciamo software di successo a livello mondiale per numerosi settori professionali. I nostri software sono caratterizzati da un costo molto competitivo e da una qualità garantita da oltre 48.000 installazioni in più di 145 paesi nel mondo. I prodotti GEOSTRU sono caratterizzati da un'estrema facilità d'uso: ogni software risolve uno specifico problema, riducendo i dati di input a quelli strettamente necessari. Inoltre tutti i software sono integrati fra loro con la possibilità di esportare dati da/e per ogni applicazione della suite anche in formato AGS. Tutti i prodotti sono pienamente compatibili con Normativa Italiana (NTC) e gli Eurocodici.

Guadagna con Geostru, ora puoi avere dei crediti nel tuo account che ti consentono di risparmiare sui tuoi prossimi acquisti.

Valla pagina delle
promozioni
esclusive GeoStru.



BIM
Geodropbox

GM3D

Static
Probing

SOFTWARE Ingegneria - Geologia e Geotecnica
Meccanica delle rocce - Prove in situ - Idrologia
e Idraulica Topografia - Energia - Geofisica - Ufficio

SERVIZI GRATUITI PER I NOSTRI CLIENTI
alla pagina: geoapp.geostru.eu

Corsi certificati in collaborazione con GoMeeting.
Visita il sito www.gomeeting.eu

NUOVI SOFTWARE E SERVIZI

- Nuove versioni Geostru 2026
- Risposta sismica locale 1D, 2D
- GFAS (Geotechnical and F.E.M. Analysis System)
- GeoDropbox 2026, integrato con visualizzatore di modelli BIM di estensione IFC, file DXF e interpretazione prove in situ e di laboratorio (geodropbox.com)
- GeoApp 2026 - Oltre 10 applicazioni aggiunte di recente (<https://geoapp.geostru.eu>)
- GeoStru 365
- Geostru Artificial Intelligence - GILA
- Soil Nailing Analysis - SNL
- Prove penetrometriche dinamiche - DYNAMIC PROBING 2026 integrato con Intelligenza Artificiale
- Invarianza Idraulica

Software, risorse, info, servizi e offerte sul nostro sito:
www.geostru.eu/it

**7-10
ottobre 2026**

GEO^{25°} FLUID

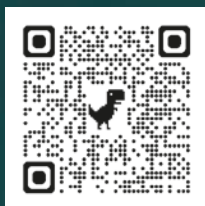
Drilling&Foundations

**Mostra internazionale
delle Tecnologie ed
Attrezzature
per la Ricerca,
Estrazione e Trasporto
dei Fluidi Sotterranei**

Preregistrati qui
e scarica il tuo
biglietto ▼



PIACENZAEXPO



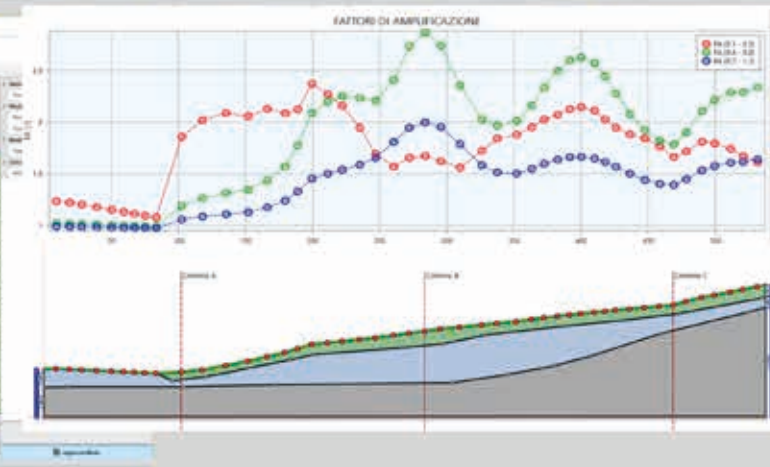
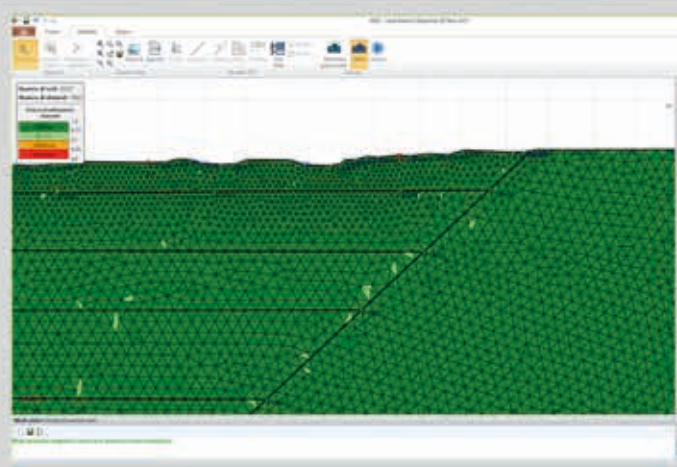
www.geofluid.it

Uffici e Quartiere fieristico
PIACENZA EXPO Spa - Tel. +39.0523.602711
geofluid@piacenzaexpo.it
ITALIA



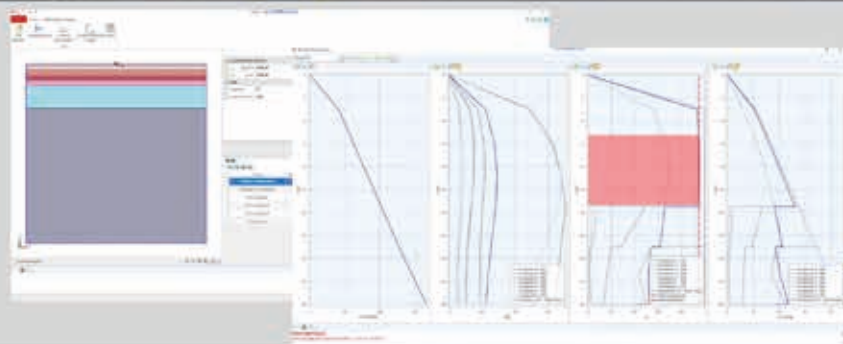
LSR_{2D}

SOFTWARE PER L'ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE 2D

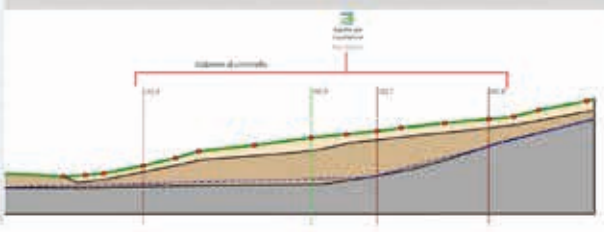


LIQUEFAZIONE[®]

SOFTWARE PER LA VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE
MEDIANTE IL CALCOLO DELLE SOVRAPPRESSIONI INTERSTIZIALI



INTEROPERABILITÀ CON LSR



STACEC software e soluzioni
per l'ingegneria civile

stacec.com



LA SICUREZZA DI GRANDI PERFORMANCE SU OGNI TERRENO.

GEO

Solidità, affidabilità, sicurezza e tutela dell'ambiente sono racchiuse in un design flessibile che rende queste perforatrici in grado di eseguire molteplici indagini e prove, garantendo la massima precisione con un'elevata semplicità di utilizzo.

La nostra idea di innovazione scende in profondità per garantirti le migliori prestazioni.



LEARN MORE

1986 - 2026



COMACCHIO

DEEP INNOVATORS



IN COPERTINA: "Frana di Niscemi 2026"
Dipartimento della Protezione Civile

Quadrimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi
N. 1 - 2026

DIRETTORE RESPONSABILE

Alessandro Reina

CO-DIRETTORI

Eros Aiello

Rudi Ruggeri

COMITATO DI REDAZIONE

Roberto Troncarelli, Filippo Cappotto, Mario Nonne, Tatiana Bartolomei, Giovanni Capulli, Emanuele Emani, Giulio Iovine, Riccardo Martelli, Doriana Mastrangelo, Daniele Mercuri, Giovanni Pantaleo, Paola Pia, Pino D'Astoro, Valentina Casolini.

COMITATO SCIENTIFICO

Carlo Doglioni, Antonio Funedda, Gabriele Scarascia Mugnoza, Attilio Sulli, Francesco Muto, Alessandro Simoni, Carmelo Monaco, Vincenzo Simeone, Antonio Martini, Alfredo Degiovanni, Francesco Maria Guadagno, Alessandro Conticelli, Rinaldo Genevois, Gilberto Pambianchi, Silvia Castellaro, Floriana Pergalani, Silvia Fabbrocino, Vincenzo Tripodi.

SEGRETERIA DI REDAZIONE

addebtostampa@cngeologi.it

DIREZIONE, REDAZIONE, AMMINISTRAZIONE

Consiglio Nazionale dei Geologi

Via Vittoria Colonna, 40 - 00193 Roma

Tel. 06.68807736 / 06.68807737 - Fax 06.68807742

SITO INTERNET

www.cngeologi.it

UFFICIO STAMPA

addebtostampa@cngeologi.it

PUBBLICITÀ

Agicom srl

Viale Caduti in Guerra, 28 - 00060 Castelnuovo di Porto (Roma)

Tel 06.9078285 Fax 06.9079256

agicom@agicom.it

www.agicom.it

GRAFICA E IMPAGINAZIONE

Agicom srl

Immagini: Dipartimento della Protezione Civile

STAMPA

Stampa digitale

Iscritto al Registro degli Operatori di Comunicazione (ROC)
al n. 4768. Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 55 del
5 febbraio 1986.

Questa rivista è disponibile online:

sfogliabile o scaricabile in formato PDF su cngeologi.it

È inoltre **disponibile su App Store o Play Store**

scaricando l'App dedicata.



La comunicazione di uscita del nuovo numero viene inviata per email a tutti gli iscritti.

La rivista ha una distribuzione cartacea destinata agli Ordini Regionali e ad un numero selezionato di indirizzi istituzionali.

L'Autore dell'articolo è responsabile di quanto in esso contenuto, delle autorizzazioni alla pubblicazione di figure, tabelle, ecc., dei riferimenti e strumentazioni.

Associato all'USPI, Unione Stampa Periodica Italiana.

GARANZIA DI RISERVATEZZA

L'editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiedere gratuitamente la rettifica o la cancellazione, scrivendo a: Consiglio Nazionale dei Geologi - Via Vittoria Colonna 40, 00193 Roma.

Le informazioni custodite nell'archivio elettronico dell'Editore saranno utilizzate al solo scopo di inviare la rivista o altre comunicazioni concernenti l'abbonamento (D.L. 30/6/2003, n. 196, sulla tutela dei dati personali).

PER GLI AUTORI:

Le Norme di Stampa sono consultabili sul sito cngeologi.it, nell'area Rivista.

7

l'editoriale

A. Reina

9

il punto del presidente

R. Troncarelli

12
FOCUS

F. Cappotto

redatto da

Federica Maria Gargano

Disegno di legge
per la conversione
del cd. "Decreto
Maltempo"



17

**Il rilievo
tabulare di
Niscemi:**

caratterizzazione
del dissesto
profondo e strategie
di mitigazione e
comunicazione del
rischio

E. Aiello, F. Cappotto,
R. Troncarelli



59

**Attività di
comunicazione**
Redazione



MISURE DI
LIVELLO

FREATIMETRI PER MISURE DI LIVELLO, TEMPERATURA, CONDUCIBILITÀ. INTERFACCE ACQUA OLIO.



FREATIMETRO
A ULTRASUONI



Una gamma completa di strumentazione di qualità per le misure di livello, dai freatimetri tradizionali o a ultrasuoni, ai misuratori di interfaccia acqua-olio per pozzi, piezometri, cisterne, ecc.

Interface Meter ATEX 122 e 122 Mini, per la determinazione di LNAPL e DNAPL.

Freatimetri

- 101 P7 con nastro piatto fino a 1.500 m in PVDF marcato al laser ogni mm e 101 P2 con nastro in Polietilene fino a 300 m marcato a caldo.
- 107 TLC per profilazione di Temperatura e Conducibilità fino a 300 m.
- 201 per profilazione della Temperatura fino a 600 m di profondità e 125° C.

- 101D Drawdown meter con modalità abbassamento per facilitare l'esecuzione dei test di pompaggio.
 - 102 e 102 Mini con cavo coassiale e sonda da 4 o 10 mm per piezometri di piccolo diametro o con strozzature.
 - 101B compatto ed economico.
 - 105 per rilevare incamicatura metallica e fondo pozzo.
 - 104 a ultrasuoni per misure di livello da 3 a 600 metri anche in presenza di ostruzioni, senza l'inserimento di sonde in pozzo.
- Scandaglio** 103 Tag Line per lo sviluppo dei pozzi e per il posizionamento di precisione di strumenti e attrezzature.

Da sempre impegnati nell'offrire le soluzioni tecnologiche più avanzate e affidabili per misure e monitoraggio di livello, campionamenti low-flow e indisturbati, analisi qualitative delle acque sotterranee o di superficie. Abbiamo selezionato i migliori prodotti disponibili sul mercato internazionale per soddisfare le esigenze dei professionisti del settore.



DATALOGGER
E TELEMETRIE



CAMPIONAMENTO
LOW-FLOW



PROFILAZIONE
MULTILIVELLO



BONIFICA
IDROCARBURI

Solinst®

DISTRIBUTORI UFFICIALI PER L'ITALIA E RIVENDITORI PER CROAZIA, SLOVENIA E SVIZZERA DEI PRODOTTI SOLINST®

Una partnership di successo che dura da oltre trent'anni.

EGEO +lab

WWW.EGEO.LAB.IT

GRUPPO EGEO S.R.L. | VIA OVIDIO, 11 - 20026 NOVATE MILANESE (MI) | TEL. +39 02 36 577 830 | EMAIL: EGEO@EGEO.LAB.IT



Alessandro Reina

Direttore Responsabile

Nella sua celebre opera *“Il principio di responsabilità”*, Hans Jonas (1979) afferma la necessità che, per ogni suo gesto, l'uomo debba prendere in considerazione, e valutare attentamente, le conseguenze future delle sue scelte e delle sue azioni. Troppe volte, nel nostro passato anche recente, il principio di responsabilità non è stato rispettato: per ignoranza sulle concatenazioni causa-effetto, che in temi di dissesto idrogeologico e ambientali possono risultare estremamente complesse, per le intricate correlazioni fisico-chimico-geologiche-biologiche; per sottovalutazione delle conseguenze geologiche ed ambientali, a medio e lungo termine, di azioni ed interventi solo apparentemente indipendenti e non correlati; per miopia “spazio-temporale”, che porta a percepire come irrilevanti possibili effetti non immediatamente vicini, appunto, nello spazio e nel tempo.

Rispetto a questa attualissima problematica, la vicenda tecnica e scientifica (ma, in qualche misura, anche sociale, giuridica e politica) narrata, in questo numero speciale sulla frana di Niscemi, ci porta insieme un monito ed una speranza. Un monito, in quanto vediamo che la mancanza di rapide scelte tecnico politiche (che probabilmente, alla luce delle conoscenze tecnico-scientifiche e della coscienza ambientale dell'epoca, erano state ritenute ragionevoli) hanno

portato, circa trentanni anni dopo, al riconoscimento di un vero e proprio disastro ambientale, a conferma di quanto carente sia stata l'affermazione del principio di responsabilità nella coscienza sociale e nella prassi amministrativa.

Ma anche una speranza: attraverso la conoscenza di dettaglio del contesto geologico e della dinamica del dissesto riteniamo si potrà definire un meccanismo di intervento tecnologico e pianificatorio per porre rimedio all'enorme danno subito dal territorio e sottrarre al rischio la popolazione.

I caratteri geomorfologici, stratigrafici, geotecnici sono dettagliatamente illustrati nelle pagine del contributo dei colleghi Aiello, Cappotto e Troncarelli: ciò che ci preme qui rilevare è come questo lavoro sia stato reso possibile solo grazie ad un approccio altamente interdisciplinare, che ha messo insieme molteplici competenze, per il perseguimento di un risultato di grande rilevanza sia funzionale che scientifica.

La conoscenza scientifica e tecnologica, temperata dal principio di responsabilità e da una vigile coscienza sociale e politica, può continuare ad essere una irrinunciabile fonte di progresso per l'umanità.

Buona lettura



Società Benefit



Specializzati nella Trivellazione

**Pozzi per acqua, Palificazioni, Geotermia,
Sondaggi Ambientali e Geognostici, Dispensori
Catodici**



www.tecnopozzi2002.it




Roberto Troncarelli

Presidente Consiglio Nazionale dei Geologi

In un anno in cui ricorrono i 50 anni del terremoto del Friuli e i 10 anni di quello di Amatrice e dell'Italia centrale, nel corso del quale abbiamo purtroppo continuato a registrare ancora eventi gravitativi relevantissimi, Niscemi e Petacciato su tutti, tenere alta l'attenzione sulle tematiche legate al dissesto idrogeologico è una responsabilità civile ed un obbligo morale e tecnico cui non possiamo sottrarci.

Obiettivo non più procrastinabile per affrontare tali criticità è costruire un modello più efficace di governance del territorio, capace di integrare scienza, tecnica e decisione pubblica.

“E' stata un'emergenza imprevedibile” è una frase che spesso ha accompagnato le cronache di questi fenomeni, che tuttavia quasi sempre si preparano, si annunciano, si lasciano leggere, risultando pertanto tutt'altro che imponderabili.

Accertato dunque che questi episodi si ripropongono periodicamente, con frequenze crescenti e con connotati che raramente fanno auspicare un'attenuazione delle criticità, le loro dimensioni ragguardevoli rendono talora difficile ipotizzare soluzioni efficaci e durature.

Il recente rapporto Ispra del 2025 segnala un incremento dei casi, rispetto al 2021, del 15%: le aree a rischio frana sono passate dal 20% al 23% della superficie totale nazionale. Nel complesso, più di 5 milioni di abitanti vivono in aree a rischio frana e quasi 7 milioni di abitanti in zone a rischio alluvione.

Questi dati descrivono il dissesto idrogeologico non più come un'emergenza, ma come una condizione strutturale, con cui dobbiamo imparare a convivere.

E se lo è, allora non può essere affrontata con strumenti ogni volta straordinari, ma deve bensì diventare una priorità ordinaria: la cura del territorio va intesa come un obiettivo strategico, consentendo di riconoscere nella prevenzione non un costo, ma un investimento che evita il ripetersi di eventi estremi e talora disastrosi.

Gli episodi di Niscemi in Sicilia, di Silvi in Abruzzo e Petacciato in Molise, nonché gli eventi meteorologici

estremi legati al ciclone Harry, che hanno interessato Calabria, Sardegna e soprattutto Sicilia, ricordano non solo come il paese viva in un clima di allerta permanente, ma certificano anche l'efficacia ancora molto ridotta delle politiche di contrasto al dissesto idrogeologico, nonostante i molti sforzi messi in campo.

Negli ultimi 25 anni sono stati stanziati oltre 20 miliardi per interventi di contrasto al dissesto idrogeologico in Italia, anche se, dai dati degli Enti locali registrati sulla piattaforma Rendis, ne occorrerebbero altri 9 miliardi. Ma nonostante questo i costi per gli interventi emergenziali continuano a crescere.

Ciò significa che “spendiamo” male, non stiamo trasformando le risorse in risultati.

L'attuazione di azioni di prevenzione, di mitigazione e di gestione del rischio, basata su modelli previsionali costruiti sulle conoscenze geologiche, rappresenta il primo step di un percorso virtuoso su lungo periodo.

Al riguardo, vanno superate iterazioni e tortuosità organizzative e normative, talora ridondanti e sovrapposte, livelli decisionali interferenti, che riducono, rallentano l'attuazione, l'efficacia degli interventi sistemici.

Le criticità, riconducibili soprattutto alla frammentazione delle competenze tra Enti ed Istituzioni, sono state enfatizzate anche da parte di alcuni sindaci dei Comuni siciliani colpiti dal ciclone Harry, nel corso del recente ciclo di seminari che il CNG, in collaborazione con i locali Ordini Regionali, ha organizzato nelle zone interessate.

E' emerso inoltre come è necessario aggiornare alcune leggi tecniche di comparto, in primis il DPR 380/2001, argomento che ci ha visti recentemente impegnati in Audizione presso la VIII^a Commissione Ambiente alla Camera, in rappresentanza della Rete Professioni Tecniche. La revisione di norme ormai datate, che disciplinano la realizzazione di interventi di contrasto al dissesto idrogeologico, consentirebbe l'adattabilità delle stesse alle mutate condizioni ambientali ed infrastrutturali.

Le tematiche descritte saranno in parte argomento della 3^a Giornata sul dissesto idrogeologico, organizzata dal CNG in collaborazione con CNI e Fondazione Inarcassa. L'evento vedrà impegnati geologi ed ingegneri in un confronto con istituzioni e politica, a ribadire ancora la centralità delle competenze tecnico-scientifiche, nella costruzione di modelli predittivi quali efficaci strumenti di gestione del rischio, a garanzia della sicurezza delle comunità e delle infrastrutture.

Al riguardo è necessario insistere sull'informazione alla popolazione e sul rapporto con i cittadini, perché il dissesto idrogeologico ormai è un tema culturale: occorre implementare sistemi di comunicazione sempre più di-

retti ed incrementare la consapevolezza sugli scenari di rischio e sulle azioni da adottare per evitare di mettere a repentaglio la propria e l'altrui incolumità.

In estrema sintesi i punti salienti su cui impostare un percorso virtuoso che consenta di anticipare gli eventi estremi anziché rincorrerli, sono:

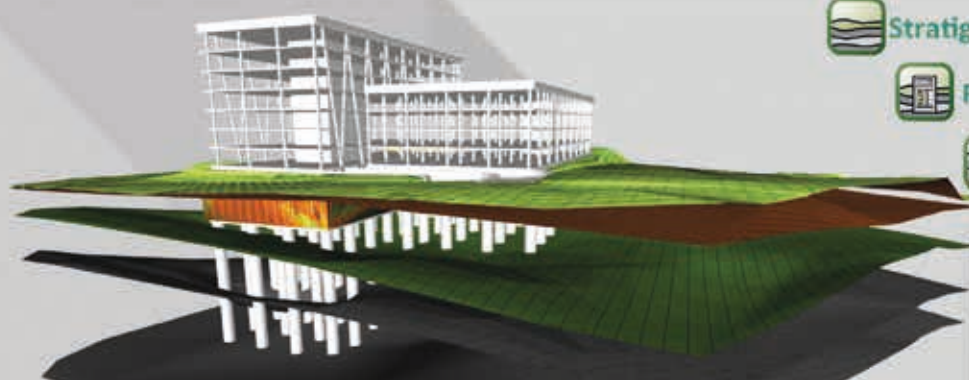
- pianificazione aggiornata e continua;
- cartografia geologica completa e accessibile;
- integrazione tra pianificazione urbanistica e gestione del rischio.

Significa, in una parola, conoscenza operativa del territorio, che non crolla all'improvviso, ma lo fa quando smettiamo di ascoltarlo.

GE05

Software per la GEOLOGIA

- Importazione da rilievi topografici con droni
- Modellazione 3D del Terreno ■ Importazione oggetti IFC
- Creazione di Sezioni Stratigrafiche ■ Inserimento dati da sondaggi ■ Interpretazione prove di Laboratorio



Stratigrafia



Sezioni Geologiche



Registro



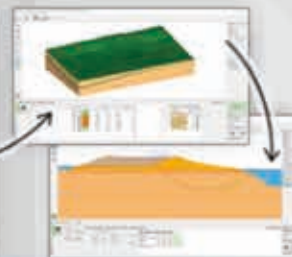
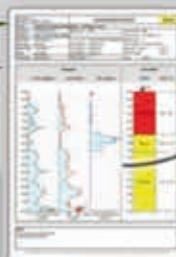
Movimento Terra



Point Cloud



Data Collector



Laboratorio

Il nuovo programma **Laboratorio** fornisce un'efficace elaborazione ed analisi di prove di laboratorio su terreni e rocce.



Richiedi la versione DEMO dei software

SCONTO RISERVATO



PER I LETTORI

EISEKO
Software for building

EISEKO COMPUTERS S.R.L.

Viale del Lavoro, 17

37036 - San Martino Buon Albergo (VR)

informazioni@eiseko.it

www.eiseko.it

+39 045 8031894

focus

DISEGNO DI LEGGE PER LA CONVERSIONE DEL CD. “DECRETO MALTEMPO”

Redatto da **Federica Maria Gargano**



Senato della Repubblica
XIX Legislatura



A cura di **Filippo Cappotto**
Vicepresidente del Consiglio
Nazionale dei Geologi

Lo scorso 16 aprile 2026 è stato approvato, in via definitiva, dalla Camera dei Deputati il testo del disegno di legge per la conversione, con modificazioni, del decreto legge 27 febbraio 2026, n. 25, recante interventi urgenti per fronteggiare l'emergenza provocata dagli eccezionali eventi meteorologici che, a partire dal giorno 18 gennaio 2026, hanno colpito il territorio della Regione Calabria, della Regione Autonoma della Sardegna e della Regione Siciliana, nonché ulteriori misure urgenti per fronteggiare la frana di Niscemi e di protezione civile.

Su tale disegno di legge, identificato con numerazione C.2823, il 10 marzo 2026, il Consiglio Nazionale, con Rete Professioni Tecniche, ha partecipato a un'audizione informale presso la VIII Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici della Camera dei Deputati.

Nel corso di tale audizione, sono state rassegnate tre osservazioni per emendamenti relativi all'articolo 19 del testo normativo in esame.

Tale ultima disposizione - al fine di assicurare la qualificazione professionale nelle attività di accertamento e di stima economica dei danni catastrofali, derivanti ai beni immobili assicurati da alluvioni, inondazioni ed esondazioni, sismi, frane, attività vulcaniche (ivi incluse eruzioni, maremoti, mareggiate, tornado o trombe d'aria e fenomeni climatici estremi) - istituisce, presso la società CONSAP Concessionaria servizi assicurativi pubblici S.p.A., il ruolo degli esperti assicurativi catastrofali e prevede tra i requisiti necessari per l'iscrizione in quest'ultimo il superamento di una prova di idoneità, consistente in un esame su materie tecniche, giuridiche ed economiche rilevanti nell'esercizio dell'attività.





*Intervento
di Filippo
Cappotto
all'Audizione
informale
alla Camera
dei Deputati,
con Rete
Professioni
Tecniche*

Le proposte del Consiglio Nazionale, aventi l'obiettivo di favorire un'armonizzazione con il quadro normativo vigente in materia di competenze attribuite alle professioni tecniche regolamentate, riguardavano quindi:

- **l'introduzione di una specifica norma per riconoscere il diritto di iscrizione al citato ruolo in capo agli iscritti agli Albi di Ordini e Collegi professionali con competenze tecniche specifiche nell'accertamento e nella stima economica dei danni ai beni immobili, senza richiesta di superamento della prescritta prova di idoneità;**
- **l'inserimento, nel testo di legge, di una norma di salvaguardia delle competenze già riservate per legge alle professioni tecniche regolamentate;**
- **il riconoscimento del diritto all'iscrizione, secondo le indicate modalità, anche nella fase di prima applicazione del decreto legge oggetto di conversione.**

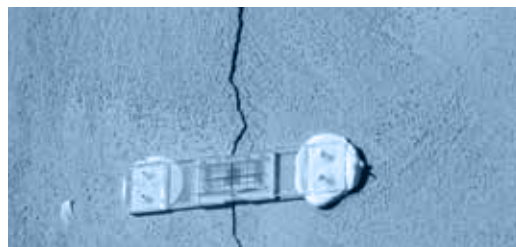
Durante l'*iter* di approvazione definitiva della legge di conversione, non sono state favorevolmente valutate, dalla Camera dei Deputati, le specifiche

osservazioni presentate, ma, a seguito dell'approfondimento posto in essere e nell'ambito della collaborazione istituzionale, è stato approvato un emendamento, recante n. 19.200, sottoposto all'Aula parlamentare dalla Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici, su proposta del Relatore, On. Gianni Lampis, che riconosce e valorizza le attività di competenza professionale dei geologi iscritti all'Albo unico nazionale.

Sulla base di questo intervento, infatti, l'articolo 19 del testo di legge emendato prevede che l'esperto assicurativo catastrofale, per le perizie relative ai danni derivanti da frana, dissesto idrogeologico, fenomeni vulcanici o instabilità dei versanti, sprofondamenti, voragini o doline di crollo, debba acquisire una relazione geologica redatta da un geologo abilitato all'esercizio della professione e iscritto al relativo Albo.



Il Consiglio Nazionale, pur non condividendo l'attribuzione al perito assicurativo catastrofale di competenze professionali delle professioni tecniche regolamentate e ritenendo che debba essere rivalutato tale aspetto in sede bicamerale, auspica che il Senato della Repubblica, in fase di approvazione della legge di conversione (attualmente, in corso di esame, con numerazione S.1876, in Commissione Ambiente, transizione ecologica, energia, lavori pubblici, comunicazioni, innovazione tecnologica), riservi alla categoria la medesima attenzione, confermando l'indispensabilità della relazione specialistica ai fini della perizia assicurativa in tutte le ipotesi in cui i danni catastrofali derivino da fenomeni di natura idrogeologica e geologica.



An aerial photograph of Niscemi, Sicily, showing a dense urban area on a hill and agricultural fields below. The image is overlaid with a semi-transparent orange filter. The text "Speciale Niscemi" is written in a white, elegant serif font, with "Speciale" in a smaller size above "Niscemi".

Speciale
Niscemi

Il rilievo tabulare di Niscemi: caratterizzazione del dissesto profondo e strategie di mitigazione e comunicazione del rischio

The tabular landform of Niscemi: Deep Seated Landslide Characterization and Strategies for Risk Mitigation and Communication

Eros Aiello | Consiglio Nazionale dei Geologi

Filippo Cappotto | Consiglio Nazionale dei Geologi

Roberto Troncarelli | Consiglio Nazionale dei Geologi



Termini chiave:

DGPV / DSGSD, Décollement Pliocene–Messiniano, Rottura progressiva, Softening e suzione, Settori cinematici.

Keywords:

DGPV / DSGSD, Pliocene–Messinian décollement, Progressive failure, Softening and suction, Kinematic sectors.

Summary

The Niscemi landslide represents a paradigmatic example of a deep seated gravitational slope deformation (DGPV/DSGSD) developed along the regional décollement located at the Pliocene–Messinian contact (~300 m). The integrated analysis of stratigraphy, structural setting, long term geomorphological evolution (1790–1997–2026), historical inclinometer data, and field geomorphological evidence demonstrates that the slope is affected by **a single deep seated landslide**, articulated into multiple kinematic sectors that reactivate asynchronously. The deformations observed between 50 and 80 m are interpreted as **distributed shear zones** within the Pliocene clays, consistent with progressive failure, post peak softening, and suction variations. The historical persistence of the landslide perimeter, the retrogressive kinematics, and the structural coherence all converge toward a unified model: a deep seated gravitational body controlled by the regional décollement and internally modulated by lithological contrasts, inherited tectonics, and incision by the Benefizio stream.

Riassunto

La frana di Niscemi costituisce un caso emblematico di deformazione gravitativa profonda (DGPV/DSGSD) impostata sul décollement regionale localizzato al contatto Pliocene–Messiniano (~300 m). L'analisi integrata di stratigrafia, assetto tettonico, storia morfologica (1790–1997–2026), dati inclinometrici storici e osservazioni geomorfologiche mostra che il versante è interessato da **un'unica frana profonda**, articolata in più settori cinematici che si attivano in modo asincrono. Le deformazioni osservate tra 50 e 80 m sono interpretabili come **zone di taglio distribuito** nelle argille plioceniche, coerenti con processi di rottura progressiva, softening post picco e variazioni di suzione. La persistenza storica del perimetro, la cinematica retrogressiva e la coerenza strutturale confermano un modello unico: un corpo gravitativo profondo, controllato dal décollement regionale e modulato da compartimentazioni interne legate a litologia, tettonica ereditata e incisione del Torrente Benefizio.

Premessa

Il Comune di Niscemi è posto su un pianoro a quota variabile tra 330 e 370 m s.l.m., delimitato a est da un versante acclive che scende verso aree agricole e infrastrutture rurali. Il margine orientale del centro abitato coincide con il ciglio di una scarpata naturale, modellata da processi erosivi e gravitativi attivi da secoli. L'urbanizzazione del pianoro, sviluppatasi progressivamente dal XIX secolo fino ai giorni nostri, ha portato alla costruzione di edifici, infrastrutture e servizi in prossimità del margine instabile, riducendo nel tempo la distanza di sicurezza tra il costruito e il versante.

Il territorio di Niscemi presenta una lunga storia di instabilità gravitativa, documentata da fonti storiche, cartografiche e tecniche che, nel corso dei secoli, hanno evidenziato la vulnerabilità del versante orientale su cui si affaccia il centro abitato. Le prime testimonianze significative risalgono alla seconda metà del XVIII secolo: intorno al 1770, un movimento franoso di ampia estensione interessò il margine del pianoro, causando danni ai terreni agricoli e alle infrastrutture rurali dell'epoca. Sebbene la documentazione storica sia frammentaria, l'evento del 1770 rappresenta il primo riferimento certo di un dissesto di rilievo nella stessa area oggi nuovamente coinvolta, e costituisce un elemento fondamentale per comprendere la persistenza e la ricorrenza dei processi di instabilità lungo questo settore del territorio comunale.

Dopo oltre due secoli, il 12 ottobre 1997, un nuovo movimento franoso di tipo complesso interessò nuovamente il versante orientale, delineando una corona di

frana ben definita e imponendo l'adozione delle prime misure di monitoraggio e contenimento. L'evento del 1997 segnò un punto di svolta nella consapevolezza del rischio, pur senza determinare interventi strutturali risolutivi. Nei decenni successivi, il versante ha mostrato una fase di relativa quiescenza, durante la quale tuttavia non sono venuti meno gli indicatori di vulnerabilità già evidenziati dagli studi geologici e geomorfologici. L'assetto litostratigrafico, la presenza di superfici di debolezza e la progressiva urbanizzazione del margine hanno continuato a costituire fattori predisponenti a nuovi episodi di instabilità.

A partire dall'autunno 2023, e con intensificazione nel biennio 2024-2025, si sono manifestati segnali progressivi di riattivazione del versante, culminati il 25 gennaio 2026 in un nuovo evento franoso di grande estensione. Le evidenze aerofotogrammetriche, satellitari e da drone mostrano un ampliamento significativo della corona rispetto al 1997, con avanzamento verso aree urbanizzate e coinvolgimento diretto di edifici, infrastrutture e servizi essenziali. L'evento del 2026 non può essere interpretato come un fenomeno isolato, ma rappresenta l'esito di un'evoluzione geomorfologica di lungo periodo, che, nel tempo, ha progressivamente ridotto le distanze di sicurezza dal margine instabile.

Alla luce di questa evoluzione storica, la presente relazione tecnico scientifica si propone di ricostruire in modo organico il quadro passato, analizzare lo stato attuale del versante e delineare gli scenari futuri, fornendo un sostanziale contributo per la gestione dell'emergenza, la pianificazione degli interventi possibili e la definizione delle strategie di mitigazione del rischio.



Frana di Niscemi 2026" di Dipartimento della Protezione Civile | "Niscemi landslide 2026" photo by the Civil Protection Department

1. Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio siciliano presenta una conformazione geologica complessa, modellata da processi geodinamici e morfoevolutivi attivi durante il Quaternario (Lentini et al. 1991; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000, 2002), tra cui attività vulcano tettonica, variazioni del livello marino e interventi antropici.

Dal punto di vista geologico, la Sicilia è organizzata in quattro grandi domini (Amodio Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1995; Catalano et al. 1996; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000):

- l'Avampaese Ibleo, caratterizzato da una potente successione carbonatica meso cenozoica con intercalazioni vulcaniche (Patacca et al. 1979; Lentini et al. 1984);
- l'Avanfossa Gela Catania, costituita da una spessa successione sedimentaria tardo cenozoica parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978; Lentini 1982; Torelli et al. 1998);
- la Catena Appenninica Maghrebide, formata da sequenze meso cenozoiche di piattaforma e bacino con coperture flyschoidi (Ogniben 1969; Amodio Morelli et al. 1976; Mostardini & Merlini 1986; Cello et al. 1989; Catalano et al. 1996; Monaco et al. 1998);
- la Catena Kabilo Calabride, caratterizzata da un basamento metamorfico con coperture sedimentarie e unità ofiolitiche (Ogniben 1969; Amodio Morelli et al. 1976; Bonardi et al. 1982; Tansi et al. 2007).

Il paesaggio fisico siciliano è quindi il risultato dell'interazione tra fattori geologici, tettonici, geomorfologici e climatici (Lentini et al. 1995; Finetti et al. 1996; Monaco et al. 2000).

L'area di studio ricade nel settore centro orientale dell'isola, lungo il margine orientale della Catena Appenninica Maghrebide (Amodio Morelli et al. 1976; Lentini et al. 1991; Monaco et al. 1998; Carbone et al. 2010).

La catena è organizzata come un sistema a thrust pelli-colare con vergenza verso SE nel tratto siculo maghrebide e verso ENE in quello appenninico (Monaco et al. 2000; Carbone et al. 2010). Le falde alloctone sovrascorrono il Sistema a Thrust Esterno (Carbone et al. 2010). Le Unità Sicilidi, poste al tetto della pila, rappresentano i resti di un cuneo d'accrezione oceanico sovrascorso

fino al fronte attuale della catena (Finetti et al. 2005; Carbone et al. 2010). Le unità più esterne includono sequenze riferibili alla crosta oceanica subdotta del bacino ionico (Finetti et al. 2005).

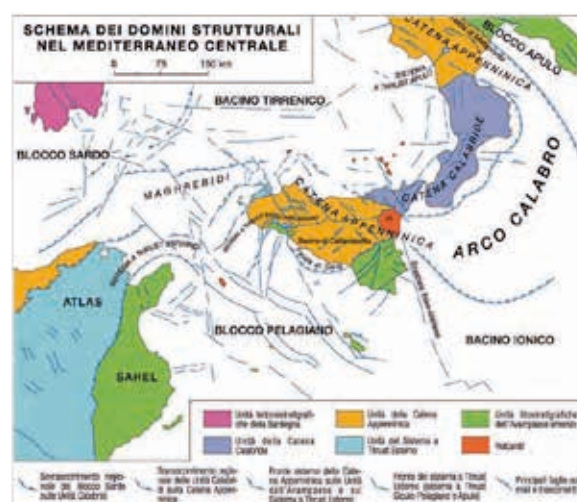


Figura 1 - Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (da Lentini et al. 1995, modificato).

Figure 1 - Structural domains in the central Mediterranean (after Lentini et al., 1995, modified).

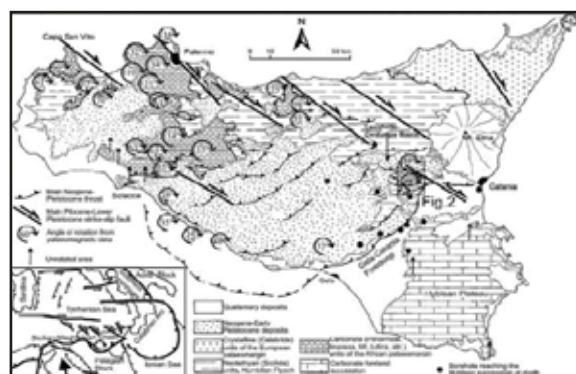


Figura 2 - Carta geologico-strutturale della Sicilia, con evidenze delle rotazioni neogene connesse allo sviluppo dell'orogene (da Monaco & De Guidi 2006).

Figure 2 - Geological-structural map of Sicily, showing Neogene rotations associated with the development of the orogen (after Monaco & De Guidi, 2006).

RC Professionale per i Geologi

Fino 30-06-27

Liberi | Professionisti | Società | STP | Associazioni tra Professionisti | Studi Associati

Polizza selezionata e gestita da **Willis Italia** e **Tuscia Brokers di Michele Sensi**
con la Compagnia **MARKEL INSURANCE S.E.(**)**.



MARKEL

Premi Annui Lordi opz. escluso "Grandi Opere" (*) (**)

(*) per i Premi Annui Lordi con copertura completa comprese Grandi Opere vai sul sito a pag 12 del Set informativo

(**) vedere a seguire per le estensioni "Retroattività" (***) Autorizzazione IVASS 40836

Massimale	€ 500.000	€ 1.000.000	€ 1.500.000	€ 2.000.000	€ 2.500.000	€ 3.000.000	€ 5.000.000
Franchigia per sinistro	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.000	€ 2.500	€ 5.000
Fino a € 40.000	€ 255,00	€ 286,00	€ 348,00	n/a	n/a	n/a	n/a
Fino a € 60.000	€ 321,00	€ 550,00	€ 671,00	€ 769,00	€ 1.091,48	€ 1.330,86	n/a
Fino a € 100.000	€ 447,00	€ 609,00	€ 792,00	€ 905,00	€ 1.212,77	€ 1.719,03	€ 2.089,40
Fino a € 150.000	€ 849,61	€ 939,48	€ 1.199,16	€ 1.310,24	€ 1.495,25	€ 2.023,53	€ 2.405,67
Fino a € 200.000	€ 1.132,82	€ 1.252,63	€ 1.553,20	€ 1.738,95	€ 1.889,65	€ 2.227,13	€ 2.712,56
Fino a € 300.000	€ 1.444,34	€ 1.597,11	€ 1.892,96	€ 2.140,70	€ 2.409,30	€ 2.702,50	€ 3.020,43
Fino a € 350.000	€ 1.685,07	€ 1.863,29	€ 2.378,34	€ 2.675,88	€ 2.914,95	€ 3.152,92	€ 3.765,93
Fino a € 400.000	€ 1.925,79	€ 2.129,48	€ 2.523,95	€ 3.058,14	€ 3.331,38	€ 3.629,45	€ 4.457,63
Fino a € 500.000	€ 2.407,24	€ 2.661,85	€ 3.397,63	€ 3.822,68	€ 4.164,22	€ 4.504,17	€ 5.379,90
Fino a € 600.000	€ 2.646,87	€ 2.867,44	€ 3.584,64	€ 4.007,07	€ 4.393,43	€ 4.820,96	€ 5.859,12
Fino a € 700.000	€ 2.882,15	€ 3.216,68	€ 3.912,27	€ 4.391,59	€ 4.960,32	€ 5.261,59	€ 6.835,64

TARIFFA GIOVANI GEOLOGI: età fino a 35 anni con fatturato fino a 40.000,00 € e Massimale 1 Milione (escluse grandi opere).
Premio annuo lordo € 240,00. Se con grandi opere: a tabella.

PER INCLUDERE GRANDI OPERE¹ (*)

↓ Scarica il set informativo dalla nostra pagina Web per la tabella premi opz.A che le comprende.

¹ Gallerie naturali ed artificiali, dighe, ferrovie, relativi impianti tecnici ed infrastrutture, funivie e relativi impianti ed attrezzature portanti o traenti; Opere subaque.

TUTELA LEGALE

Varie opzioni vedi sul portale "Sicuri con Willis".

RETROATTIVITA' (**)

1. In caso di precedente copertura RC

Professionale: Allineamento alla stessa senza sovrappremio – sempreché la data di effetto della nuova polizza coincida con la data di scadenza della vecchia polizza.

2. In caso di prima copertura RC Professionale:

- ▶ Gratuita 3 anni
- ▶ Illimitata: pagamento di un sovrappremio del 20%
- ▶ General Contractor: +10%



**PER APPROFONDIRE, SCARICARE IL MATERIALE INFORMATIVO
E LE TARIFFE COMPLETE PRIMA DI ADERIRE E SAPERE COME ADERIRE**

Collegarsi alla pagina web:

<https://crbclientportal.willis.it/SicuriConWillis/professionisti/geologo/rc-professionale>



Chiamaci!!! Per qualsiasi informazione o necessità non esitare a contattarci al numero dedicato **02 92 21 00 00**



Oppure invia una e-mail alla casella postale
ita_convenzionirc@willistowerswatson.com



WILLIS ITALIA Spa
Via Pola, 9 | 20121 - Milano (MI)
CF/P.IVA e Registro Imprese MI:
0390222496 - RUI n. B000083306
pec: willisitaly@willis.mailcert.it



**TUSCIA
BROKERS**

Di Michele Sensi

TUSCIA BROKERS di Michele Sensi
Via Monte Nero, 2/A | 01100 - Viterbo (VT)
CF: SNSMHL63R23H501C
P.IVA: 01804940565
Registro Imprese: VT n. 130238 -
RUI n. B000013401
pec: tusciabrokers@pec.it

1.1 Evoluzione geologica

La tettonogenesi miocenica ha determinato l'accavallamento delle principali unità tettoniche da NW verso SE, generando un sistema a thrust and fold (Catalano et al. 1996; Monaco et al. 2000; Bello et al. 2000; Lavecchia et al. 2007). Le falde della Catena Appenninico Maghrebide sovrascorrono l'Avampaese Ibleo con modalità analoghe a quelle osservate nel dominio apulo (Lentini et al. 1995; Bello et al. 2000).

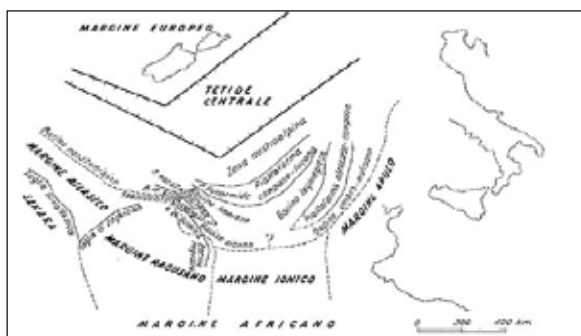


Figura 3 - Ricostruzione palinspastica della Tetide centrale nel Giurassico (da P. Scandone et al. 1974, modificato)

Figure 3 - Palinspastic reconstruction of the central Tethys during the Jurassic (after P. Scandone et al., 1974, modified).

Durante il Giurassico si sviluppa il Bacino di Lercara, successivamente evoluto nei domini Imerese e Sicano (Scandone et al. 1974; Bonardi et al. 1976). La deformazione dei domini interni porta alla formazione del Bacino Numidico, caratterizzato da sedimentazione regressiva e pelitica tra Aquitaniano e Langhiano (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Nel Bacino Sicano si instaurano condizioni di sedimentazione profonda (Catalano et al. 1996). Nel Langhiano, l'accavallamento dei terreni panormidi su quelli imeresi e la sovrapposizione delle Unità Sicili completano l'assetto strutturale (Bianchi et al. 1987; Catalano et al. 1996; Bello et al. 2000). Alla fine del Messiniano, la crisi di salinità determina la deposizione delle successioni gessoso evaporitiche (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Nel Pliocene inferiore si ristabiliscono condizioni marine normali, con sedimentazione dei Trubi (Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991).

Tra Pliocene superiore e Pleistocene inferiore si registra un sollevamento regionale, con smembramento in blocchi lungo linee tettoniche NW-SE e NE-SW (Ghisetti & Vezzani 1984; Bianchi et al. 1987; Lentini et al. 1991). Alla fine del Pleistocene, la catena emerge definitivamente, mentre terrazzi marini quaternari testimoniano oscillazioni eustatiche e movimenti verticali (Lentini et al. 1991; Monaco et al. 2002).

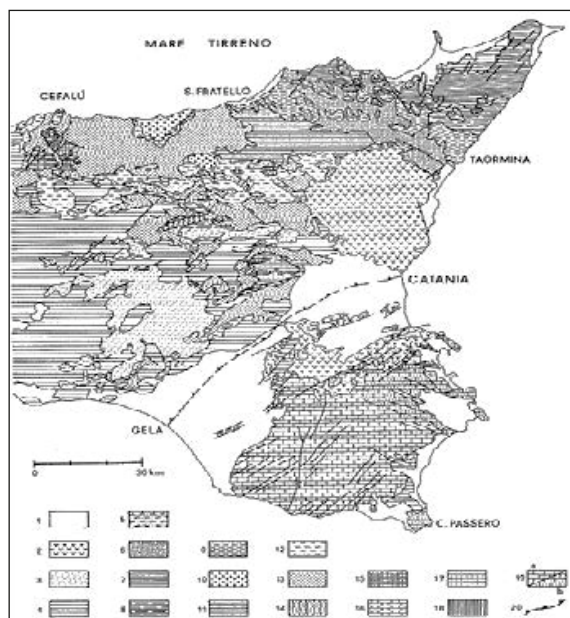


Figura 4 - Schema geologico-strutturale della Sicilia orientale (da Bianchi et al. 1987): 1) Depositi continentali e marini del Quaternario; 2) Vulcaniti basiche dell'Etna e degli Iblei; 3) Depositi clastici (Pliocene medio-superiore); 4) Formazione Terravecchia, Serie Evaporitica e Trubi (Miocene superiore – Pliocene inferiore); 5) Unità Antisicilide (Cretaceo) e Calcareni di Floresta (Miocene medio); 6) Flysch di Capo d'Orlando (Miocene inferiore); 7) Unità dell'Aspromonte; 8) Unità di Mandanici; 9) Unità cristalline di basso grado e relative coperture sedimentarie mesozoiche; 10) Flysch di Reitano (Miocene inferiore-medio); 11) Flysch di Monte Soro (Cretaceo?); 12) Argille Scagliose sicili e Formazione di Polizzi s.s., Flysch Numidico (Unità di Nicosia) e Flysch di Troina-Tusa (Cretaceo – Miocene inferiore); 13) Flysch Numidico sovrapposto ai termini imeresi e panormidi (Oligocene – Miocene medio); 14) Flysch Numidico: Unità Serra del Bosco, ad "affinità sicana" (Oligocene – Miocene medio-superiore); 15) Unità mesozoiche di piattaforma carbonatica del Complesso Panormidi; 16) Unità mesozoiche di bacino del Complesso Imerese; 17) Copertura oligo-miocenica dell'Unità di M. Judica; 18) Successione mesozoica dell'Unità di M. Judica; 19) Avampaese Ibleo: a) successione occidentale (Cretaceo – Miocene superiore), b) successione orientale (Cretaceo superiore – Miocene superiore); 20) Fronte sepolto della Falda di Gela.

Figure 4 - Geological-structural scheme of eastern Sicily (after Bianchi et al., 1987): 1. Continental and marine Quaternary deposits; 2. Basic volcanics of Etna and the Hyblean Plateau; 3. Clastic deposits (Middle-Upper Pliocene); 4. Terravecchia Formation, Evaporitic Series and Trubi (Upper Miocene-Lower Pliocene); 5. Antisicilide Unit (Cretaceous) and Floresta Calcarenes (Middle Miocene); 6. Capo d'Orlando Flysch (Lower Miocene); 7. Aspromonte Unit; 8. Mandanici Unit; 9. Low grade crystalline units and related Meso Cenozoic sedimentary covers; 10. Reitano Flysch (Lower-Middle Miocene); 11. Monte Soro Flysch (Cretaceous?); 12. Sicilide Argille Scagliose and Polizzi Formation s.s., Numidian Flysch (Nicosia Unit) and Troina-Tusa Flysch (Cretaceous-Lower Miocene); 13. Numidian Flysch overlying Imerese and Panormide units (Oligocene-Middle Miocene); 14. Numidian Flysch: Serra del Bosco Unit, with "Sican affinity" (Oligocene-Middle/Upper Miocene); 15. Mesozoic carbonate platform units of the Panormide Complex; 16. Mesozoic basin units of the Imerese Complex; 17. Oligo Miocene cover of the Monte Judica Unit; 18. Mesozoic succession of the Monte Judica Unit; 19. Hyblean Foreland: a) western succession (Cretaceous-Upper Miocene), b) eastern succession (Upper Cretaceous-Upper Miocene); 20. Buried front of the Gela Nappe.

1.2 Inquadramento geografico, morfologico e insediativo

L'abitato di Niscemi sorge su un pianoro strutturale e morfologico (Plateau pleistocenico di Niscemi), a quota intorno a 300 m s.l.m., affacciato verso sud sulla Piana di Gela. Il pianoro è costituito da un terrazzo marino pleistocenico, dislocato da strutture tettoniche e inciso da una rete di versanti ripidi e calanchivi.

Il margine meridionale del pianoro, su cui insiste il centro abitato, è delimitato da una scarpata sub-verticale alta alcune decine di metri, che si sviluppa:

- in direzione N-S sul lato ovest dell'abitato;
- in direzione E-W a sud dell'abitato;
- prosegue verso sud tra le S.P. 10 e 11, in direzione di Gela.

Alla base della scarpata si impostano pendii a debole pendenza ($\approx 10^\circ$), lunghi alcune centinaia di metri, che degradano verso il Torrente Benefizio e verso corsi d'acqua minori. Il T. Benefizio incide profondamente il versante, separando due settori franosi ortogonali: uno orientato N-S (a valle dell'abitato), l'altro E-W (a valle della S.P. 11). L'assetto morfologico generale è caratterizzato da:



Figura 5 - Estratto carta topografica scala 1.25.000. Foglio 272 - Tavola Niscemi II NE.

Figure 5 - Extract from the 1:25.000 topographic map, Sheet 272 - Niscemi II NE.

- gradoni e rigetti lungo i versanti, esito di frane antiche e recenti;
- calanchi e incisioni profonde, legate a erosione concentrata di acque superficiali non regimate, scarichi urbani, sorgenti e collettori;
- piedi di versante localmente sollevati (rigonfiamenti compressivi) e tratti con pareti sub-verticali. L'erosione concentrata alla base dei versanti, unita alla mancanza di regimazione idraulica e alla presenza di



Figura 6 - I margini rilievo tabulare dopo l'evento del gennaio 2026. | **Figure 6** - Margins of the tabular landform after the January 2026 event.

scarichi urbani, ha favorito nel tempo la rimozione del piede e la predisposizione, insieme con altri fattori precedentemente descritti, a scivolamenti profondi nelle argille. L'area in frana è prevalentemente agricola, con edifici sparsi; I versanti orientali del rilievo tabulare mostrano:

- un gradino morfologico netto tra il plateau sabbioso e il pendio sottostante;
- pendenze elevate (localmente >35–40%) immediatamente sotto il ciglio;
- una serie di impluvi incisi;
- una morfologia a ventaglio in basso, coerente con accumuli colluviali e antichi corpi di frana.

Questo quadro è coerente con un versante in regressione attiva, controllato da litologie deboli e da un assetto strutturale favorevole allo scivolamento.

L'urbanizzato è sul ciglio, insiste su un'area con pendenze crescenti verso est e presenta viabilità radiale che intercetta linee di drenaggio e può alterare i deflussi. Il margine superiore della frana intercetta il tessuto urbano del quartiere S. Croci, con danni rilevanti a edifici e infrastrutture.

Tutto ciò aumenta la vulnerabilità locale e amplifica gli effetti di instabilità già attivi.

La Morfologia del ciglio del rilievo tabulare mostra:

- un bordo netto e continuo, tipico di un contatto

litologico rigido (sabbie) su substrato plastico (argille);

- arretramento differenziale in corrispondenza degli impluvi;
- microfratture e piccoli ribaltamenti.
- È un ciglio attivo, non relitto.
- Alla base del versante si riconoscono:
- accumuli colluviali;
- depositi caotici coerenti con antiche frane;
- un piede "gonfio" che suggerisce deformazioni lente profonde (DSGSD).

Dall'immagine sotto riportata (Fig.7), emergono chiaramente linee di rottura sub-parallele al ciglio (probabili superfici di distacco o tension crack), gradoni morfologici che possono rappresentare antiche superfici di scivolamento, superfici di taglio retrogressive o livelli litologici più plastici (argille plioceniche).

Queste linee vanno interpretate come indicatori di cinematica retrogressiva.

Le carte IFFI e PAI mostrano una perfetta coerenza: entrambe individuano nel margine occidentale e sud occidentale del rilievo tabulare di Niscemi il settore a massima pericolosità, coincidente con la frana storica, con quella attuale e con la struttura profonda



Figura 7 - Visione del Quartiere SS. Croci e del piede del rilievo tabulare | **Figure 7** - View of the SS. Croci district and the foot of the tabular landform .

“Frana di Niscemi 2026” di
Dipartimento della Protezione Civile
“Niscemi landslide 2026” photo by
the Civil Protection Department

del versante. La pericolosità non è diffusa, ma strutturale: deriva dalla geometria del décollement alla base delle argille, in corrispondenza della Selinuntian Unconformity che separa il Pliocene dal Messiniano (v. oltre). Su questa superficie strutturale si imposta lo sliding domain, che si sviluppa nelle argille sovraconsolidate immediatamente soprastanti, dove si localizza la rottura progressiva. Una componente non secondaria è rappresentata dalla fragilità del pacco sabbioso sommitale e dalla cinematica retrogressiva documentata negli eventi del 1790, 1997 e 2026.

1.3 Successione litostratigrafica

La successione litostratigrafica locale è semplice nella composizione, ma complessa nel comportamento geotecnico (v. oltre). Alla base affiorano le argille e marne plioceniche della Formazione di Monte San Giorgio, materiali fini, plasticissimi, con permeabilità molto bassa e spessori superiori a 80–100 metri. Si tratta di argille sovraconsolidate, soggette allo sviluppo di pressioni

neutre negative e caratterizzate da una dissipazione lenta, che conferisce al versante un comportamento fragile duttiloide e una predisposizione al collasso ritardato. Queste argille rappresentano il livello di scivolamento profondo della frana, come confermato sia dalle sezioni geologiche sia dalla cinematica osservata nei diversi eventi storici.

La sommità delle argille è incisa da una superficie erosiva pleistocenica, che costituisce una discontinuità stratigrafica significativa e un piano di debolezza secondario. Sopra questa superficie si impostano le sabbie e sabbie cementate gialle del Pleistocene inferiore–medio (Sabbie di Caltagirone), che costituiscono il rilievo tabulare di Niscemi. Questi depositi, spessi

fino a 30–40 metri e localmente dislocati da faglie e movimenti gravitativi antichi, ospitano acquiferi sospesi al contatto con le argille sottostanti. La presenza di livelli più coerenti alternati a sabbie sciolte conferisce al piano un comportamento meccanico eterogeneo, con zone rigide che possono fratturarsi in modo netto quando vengono esposte dal coronamento della frana. Le coperture superficiali, costituite da terreno vegetale, argille rimaneggiate, colluvioni e riporti antropici, rappresentano

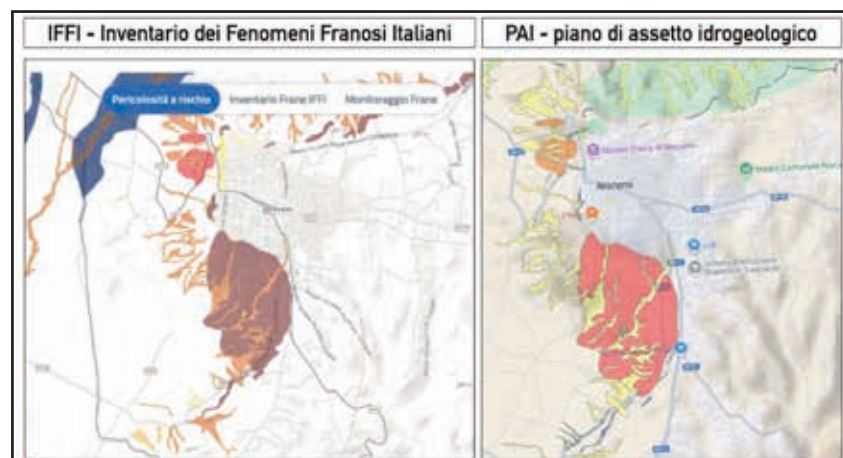


Figura 8 - IFFI e PAI a confronto. | Figure 8 - Comparison between IFFI and PAI inventories

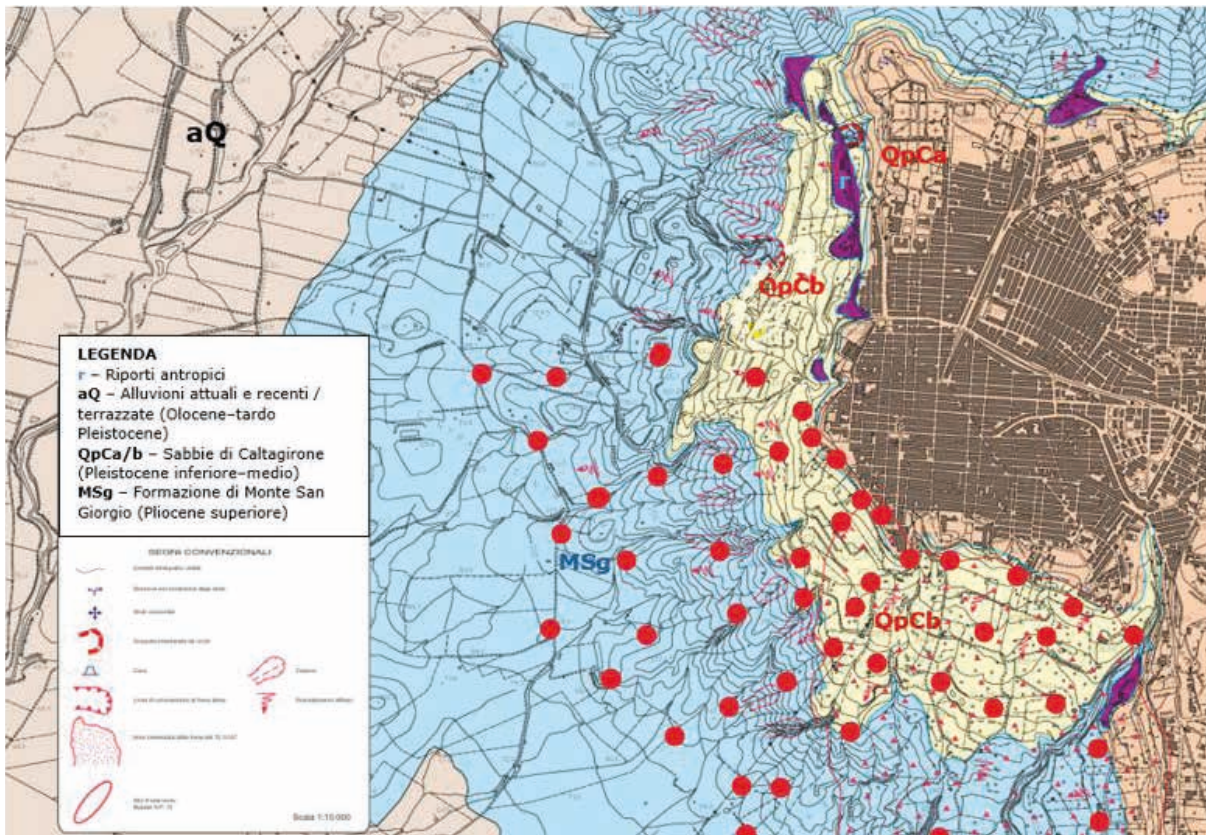


Figura 9 - Stralcio di carta geologica 1:10.000 (Ripresa da Perno, 2019 e modificata). ●●● Dissesti gennaio 2026.

Figure 9 - Extract of the 1:10,000 geological map (after Perno, 2019, modified). ●●● January 2026 landslides.

la fascia più sensibile ai processi di erosione e instabilità superficiale.

Successione stratigrafica dal basso:

Argille e marne grigio azzurre (MSg - Formazione di Monte San Giorgio – Pliocene superiore)

Spessore >80-100 m; litologia omogenea, plasticità elevata; sede principale del décollement profondo, la Selinuntian-unconformity, impostato in prossimità del tetto delle evaporiti mes-siniane; controllano le superfici di scivolamento profonde e il disaccoppiamento regionale.

Superficie erosiva pleistocenica

incide la sommità delle argille marnose; rappresenta una discontinuità stratigrafica significativa legata al sollevamento del rilievo tabulare e all'incisione subaerea del Pliocene superiore e costituisce un piano di

debolezza secondario alla base del pacco sabbioso.

Sabbie e sabbie cementate gialle (QaC a/b- Sabbie di Caltagirone, Pleistocene medio-superiore)

spessore 30-40 m; più sviluppate verso i margini meridionali e sud-occidentali del rilievo tabulare, dove costituiscono il pacco principale coinvolto nei movimenti; Orizzonte sommitale più o meno cementato (a); sabbie da moderatamente cementate a sciolte, talora limose(b), comportamento fragile, fratturate con giunti subverticali. Sono sede dei ribaltamenti, dei crolli e della disarticolazione del "piastrone" sommitale; localmente dislocate da faglie e da attività gravitativa persistente. Presenti anche lenti conglomeratiche e livelli sabbiosi fossiliferi, sede di acquiferi sospesi.

Coperture superficiali e depositi attuali e recenti (aQ)

Terreno vegetale, coltri eluvio colluviali, alluvioni recenti e attuali di fondovalle.

Riporti antropici (r)

Si rilevano lungo i margini del rilievo tabulare in maniera discontinua.

Pozzo AGIP RABBITO 1

Dal Pozzo Agip Rabbito 1 posto a Roccazzelle nel territorio gelesse, presso il torrente Rabbito, e profondo 5000 m si rileva quanto segue:

0–40 m – Coperture recenti

- coltre eluvio-colluviale, equivalenti alle “coperture recenti” sopra il rilievo tabulare. Olocene–Pleistocene sup.

40–325 m – Argille e argille sabbiose plio–pleistoceniche

- Pacco argilloso plio–pleistocenico equivalente funzionale alle Argille di San Giorgio di Di Grande/Roda, ma in versione “indistinta” di pozzo (AGIP non separa Pliocene inf./medio/sup.). Argille grigio–azzurre, localmente con sottili intercalazioni sabbiose. Attribuzione AGIP: Pliocene inferiore–superiore. Successione omogenea, molto plastica, con permeabilità bassissima. Costituiscono il pacco argilloso profondo che ospita alla base il décollement regionale.

>325 m – **Calcari e livelli** è la parte evaporitico–marnosa del Miocene medio–sup., correlabile alla parte inferiore della Terravecchia (facies marnoso–evaporitiche).

~1400–1800 m — Alternanze gessose e argillose

- Ancora cicli gesso–anidrite–argilla. Tipico Miocene sup. profondo. Terravecchia, porzione basale.

~1800–2400 m — Argille grigie e sabbie fini

- Argille grigio–verdi, localmente siltose. Sabbie fini quarzose. ✓ Questa è la Formazione di Caltavuturo (Tortoniano). È esattamente la facies marnoso–argillosa che sta tra Numidico e Terravecchia.

~2400–2700 m — Marne grigio chiare (Trubi)

- Marne bianche, compatte. Tortoniano superiore marnoso, parte alta della. Formazione di Caltavuturo.

~2700–3100 m — Anidriti, calcari gessosi, marne

- Alternanze evaporitico–carbonatiche. Questa è la parte transizionale Tortoniano–Serravalliano. Ancora Caltavuturo, porzione basale.

~3100–3600 m — Mudstone, packstone, selce

- Facies carbonatiche profonde. Età: Miocene inferiore–medio. Questa è la parte superiore del Flysch Numidico (facies carbonatiche associate).

~3600–4300 m — Marne grigie, argille carboniose, selce

- Marne grigie, argille scure, selce. Tipico Numidico (Miocene inf.–medio). Questa è la parte centrale del Numidico.

~4300–4700 m — Packstone, grainstone, calcari fossiliferi

- Calcari oolitici, packstone, grainstone. Età: Oligocene–Eocene. Questa è la base del Numidico e l’inizio del basamento pelagico.

~4700–5000 m — Alternanze marnoso–calcaree, dolomie, marne nere

- Età: Cretaceo superiore–Giurassico. Questo è il basamento carbonatico ibileo.

Infine, la sismica (Rizzo, 2004) mostra che il tetto del Messiniano è continuo e non interrotto da unità intermedie. Non emergono strutture che suggeriscano la presenza di livelli aggiuntivi sotto il rilievo tabulare rispetto a quanto documentato dal pozzo RABBITO 1.

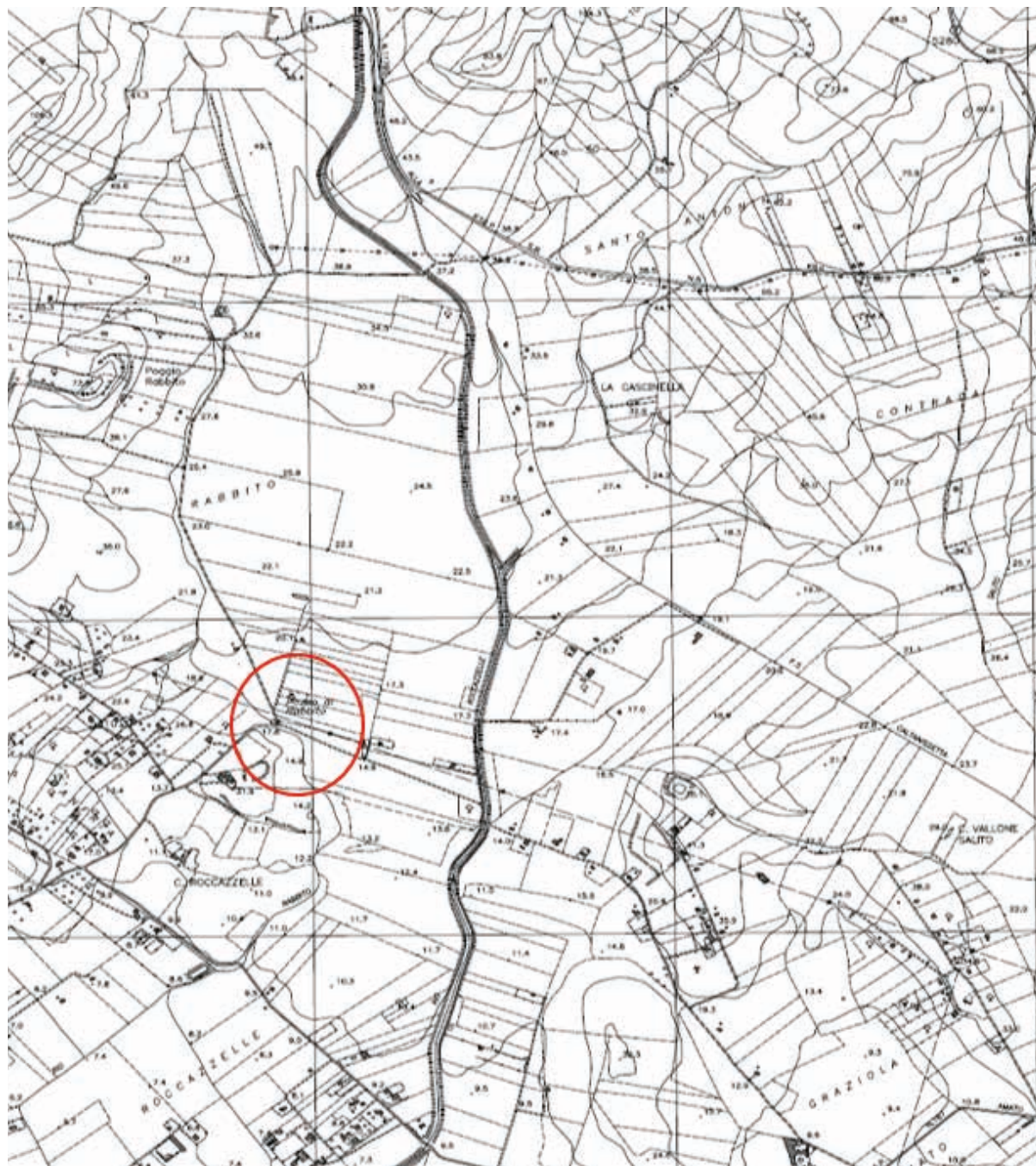


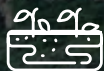
Figura 10 - Posizione del pozzo AGIP Rabbito1. | Figure 10 - Location of the AGIP Rabbito 1 well.



**STRUMENTI
GEOTECNICI**



STABILITÀ DEI PENDII



**MODELLAZIONE
ACQUE SOTTERRANE**



**MONITORAGGIO
ACQUEE**



**CAMPIONAMENTO
ACQUE/SUOLI/SEDIMENTI**



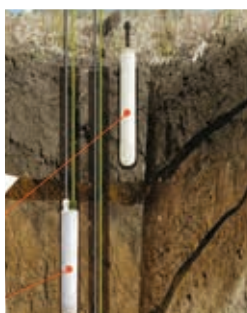
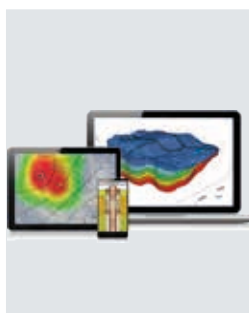
**RELAZIONI SUOLO/
ACQUA/ATMOSFERA**



**CPT: CONO SISMICO
VIDEOCONO**



ECOSEARCH
ENVIRONMENTAL MONITORING AND SAMPLING



Dove trovare gli strumenti per il tuo monitoraggio:

📍 MONTONE (PG) | ☎ 075-9307013 | ✉ info@ecosearch.it | www.ecosearch.it



2. Quadro strutturale

Il margine settentrionale dell'area è influenzato dalla presenza dell'Altopiano Ibleo, un blocco rigido che si comporta come elemento semi indipendente rispetto alla deformazione della catena (v. Fig. 2). Questa configurazione determina variazioni laterali negli spessori sedimentari e contribuisce alla formazione di una vera e propria triangle zone nella quale faglie con orientazioni prevalenti NW-SE e NE-SW dislocano i depositi pleistocenici con rigetti dell'ordine di alcune decine di metri.

La triangle zone* ereditata, di tipo "cuneo tettonico", continua lungo tutti i margini, in cui:

- il **piano basale** è rappresentato dal décollement profondo nelle argille plio-pleistoceniche (in prossimità del tetto del Messiniano);
- il **piano superiore** coincide con la superficie di fratturazione e disarticolazione nel pacco sabbioso pleistocenico;
- il **cuneo** intermedio è costituito dal pacco sabbioso deformato incastrato tra il piano basale e la superficie di fratturazione sommitale, soggetto a back-stepping, stretching e ribaltamenti.

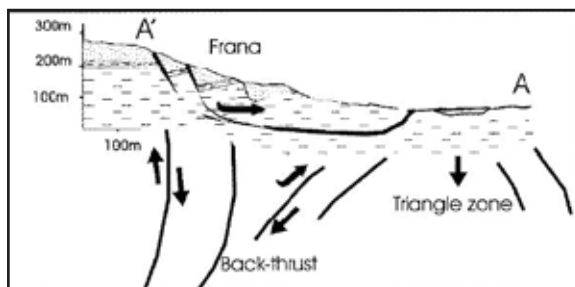


Figura 11 - Triangle zone (da Rizzo, 2004).

Figure 11 - Triangle zone (after Rizzo, 2004).

Questa geometria è controllata da:

- Top Gela Thrust, il grande sovrascorrimento regionale che ha sollevato il pacco sabbioso rispetto alle argille.
- Back thrust ipotizzato, una struttura secondaria che delimita il cuneo e ne controlla la cinematica.

Selinuntian - unconformity, la superficie erosiva che separa le sabbie dalle argille sottostanti.

Il risultato è un cuneo sabbioso fragile che si frattura, si disarticola, arretra per back stepping e si ribalta lungo superfici sub verticali.

Le indagini geofisiche disponibili, in particolare la

sismica a riflessione, mostrano variazioni fisiche fino a profondità di 150-300 metri, ben superiori allo spessore del corpo di frana, indicando che la cinematica del versante è controllata da strutture profonde ereditate dalla tettonica compressiva.



Figura 12 - Cuneo tettonico (Banks e Warburton, 1986 ; Price, 1986).

Figure 12 - Tectonic wedge (Banks & Warburton, 1986; Price, 1986).

La sezione di Figura 13 rappresenta una ricostruzione strutturale (J.P. van Dijk; OCRE, 2026, con modifiche) del margine del rilievo tabulare di Niscemi, mostrando in un unico quadro:

- la stratigrafia del versante
- la struttura tettonica ereditata
- la geometria del cuneo sabbioso
- le superfici di décollement
- la cinematica del dissesto profondo.

Per quanto concerne i rapporti formazionali, la successione rappresentata è la seguente:

Sabbie pleistoceniche

↑ Unconformity superiore (Pleistocene/Pliocene)

Argille di San Giorgio (Pliocene)

↑ SELINUNTIAN UNCONFORMITY

(Pliocene/Messiniano)

Messiniano evaporitico-carbonatico

↓

Miocene (Caltavuturo - Numidico - Terravecchia).

La sezione spiega chiaramente perché il margine è predisposto alla frana profonda regressiva.

* zona di deformazione compressiva o transpressiva in cui due superfici di scorrimento convergono verso l'alto, delimitando un cuneo triangolare di rocce, che viene spinto, sollevato o incastrato tra due unità più rigide. È una geometria tipica delle zone di avanfossa, dei fronti di piega e sovrascorrimento, e delle aree di inversione strutturale. La caratteristica fondamentale è che la deformazione si concentra in un cuneo triangolare compresso tra due superfici di taglio con inclinazioni opposte.

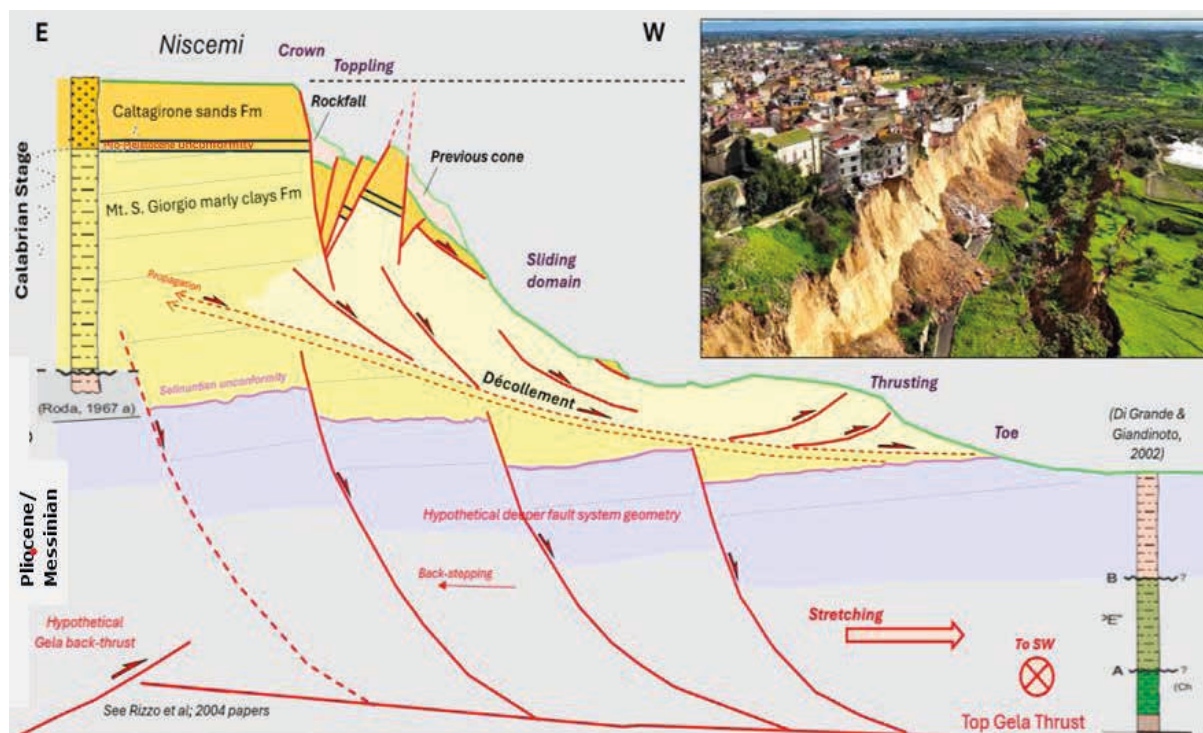


Figura 13 - Ripresa da J.P. van Dijk (OCRE), 2026 e modificata. Nel settore di Niscemi non sono cartografate unità litostratigrafiche distinte riferite al Gelasiano. La successione locale affiorante è rappresentata dalle argille plioceniche della Formazione di Monte San Giorgio e dalle Sabbie di Caltagirone del Pleistocene inferiore-medio; la porzione basale di queste ultime può essere cronostatigraficamente coeva al Gelasiano, secondo le correlazioni regionali disponibili, pur rimanendo cartograficamente attribuita all'unità litostratigrafica QpC.

Figure 13 - After J.P. van Dijk (OCRE), 2026, modified. In the Niscemi sector, no distinct lithostratigraphic units attributable to the Gelasian are mapped. The local exposed succession consists of the Pliocene clays of the Monte San Giorgio Formation and the Caltagirone Sands of the Lower-Middle Pleistocene; the basal portion of the latter may be chronostratigraphically coeval with the Gelasian, according to available regional correlations, while remaining cartographically assigned to the QpC lithostratigraphic unit.

3. Analisi dell'evento del 2026

L'evento franoso del gennaio 2026 rappresenta la fase più recente e più evidente dell'evoluzione del complesso regressivo che interessa il margine orientale del rilievo tabulare di Niscemi. Non si tratta di un fenomeno isolato, ma dell'ultima manifestazione di un sistema instabile attivo da secoli, la cui cinematica è controllata dalla presenza delle argille sovraconsolidate, dall'assetto strutturale ereditato dalla Falda di Gela e dall'erosione continua esercitata dal reticolo idrografico, in particolare dal Torrente Benefizio.

L'evento si è sviluppato in un contesto già compromesso. A partire dall'autunno 2023, e con intensificazione nel biennio 2024-2025, erano stati osservati segnali inequivocabili di riattivazione: fessurazioni nei cortili e nelle pavimentazioni, cedimenti differenziali, deformazioni nei muri di contenimento, piccoli crolli localizzati lungo il margine del terrazzo. Questi fenomeni, apparentemente discontinui, erano in realtà la manifestazione superficiale di un processo profondo in atto, coerente con la dissipazione delle pressioni neutre negative nelle argille e con la progressiva localizzazione di taglio nella fascia mista sabbie-argille.

Il movimento principale si è verificato il 25 gennaio 2026, con un arretramento netto del margine del pianoro e la formazione di una scarpata verticale o sub verticale continua, lunga diverse decine di metri. Le immagini acquisite dopo l'evento mostrano superfici di distacco fresche, prive di alterazione, con fratture



Figura 14 - Immagine del margine del plateau arretrato (gennaio 2026).
Figure 14 - Image of the retreated plateau margin (January 2026).

nette che attraversano i livelli più coerenti delle sabbie cementate e si propagano verso il basso fino a intercettare le argille sottostanti. La geometria del fronte è coerente con un cinematisma regressivo profondo: la superficie di scivolamento risale verso monte, mentre il corpo di frana si deforma in modo plastico verso valle, con rigonfiamenti e superfici compressive alla base. Uno degli elementi più significativi dell'evento del 2026 è la coincidenza geometrica tra il nuovo fronte di frana e il limite del costruito. In diversi tratti, la scarpata attraversa cortili, muri di recinzione e porzioni di edifici, determinando crolli parziali o totali e lasciando in equilibrio instabile strutture con fondazioni sospese nel vuoto. La morfologia attuale del margine urbano non rappresenta una caratteristica originaria del pianoro, ma è il prodotto diretto del coronamento della frana: prima dell'evento, il versante presentava pendenze più dolci, articolate da gradoni naturali e superfici vegetate, coerenti con la natura sabbiosa e debolmente cementata del terrazzo.

Il movimento del 2026 ha, inoltre, ampliato la corona del 1997, inglobando settori che fino a pochi anni fa apparivano stabili. La continuità laterale del fronte e la sua sovrapposizione geometrica con le superfici di distacco storiche confermano che il sistema è unitario e che la cinematica profonda è rimasta invariata nel



Figura 15 - Raffronto tra la corona di frana del 1997 e quella del gennaio 2026 (da C. Monaco, 2026).

Figure 15 - Comparison between the 1997 landslide crown and that of January 2026 (after C. Monaco, 2026).

tempo. L'evento recente ha semplicemente rappresentato una nuova fase di arretramento, favorita dalla riduzione progressiva della resistenza delle argille sovraconsolidate e dall'azione erosiva persistente alla base del versante.

Dal punto di vista geotecnico, il comportamento osservato è coerente con i meccanismi descritti per le argille sovraconsolidate: la dissipazione lenta delle pressioni neutre negative ha ridotto nel tempo la resistenza al taglio, mentre la rottura progressiva ha costruito una superficie di scivolamento continua attraverso localizzazioni successive. L'evento del 2026 è quindi il risultato di un processo idraulico meccanico di lungo periodo, non di un trigger improvviso. Le precipitazioni dei giorni precedenti, certo non rilevanti (v. oltre), hanno probabilmente contribuito a ridurre ulteriormente la suzione nei livelli superficiali, ma non rappresentano la causa primaria del collasso.

L'analisi complessiva dell'evento del 2026 mostra un quadro chiaro: il margine del rilievo tabulare di Niscemi è un sistema franoso profondo, attivo e in evoluzione, la cui stabilità residua è oggi fortemente compromessa. La nuova scarpata, la vicinanza al costruito, la presenza di edifici già crollati o in equilibrio instabile e la continuità geometrica con i dissesti storici indicano che il versante si trova in una fase avanzata del processo regressivo, con un potenziale significativo di ulteriori arretramenti.

3.1 Analisi pluviometrica e idrogeologica

Il comportamento dei versanti del rilievo tabulare di Niscemi interessati dai fenomeni gravitativi non può essere compreso senza considerare il ruolo delle precipitazioni e, più in generale, della dinamica idrogeologica che governa la risposta delle argille sovraconsolidate. La frana del 2026, così come quelle del 1997 e del 1791, si inserisce in un quadro in cui gli eventi meteorici intensi agiscono come fattori di innesco o di accelerazione, ma non rappresentano la causa primaria del collasso. La vera origine del dissesto risiede nella struttura geologica profonda, nella stratigrafia e nei meccanismi idraulico meccanici tipici delle argille sovraconsolidate.

Le precipitazioni registrate nei giorni precedenti l'evento del 25 gennaio 2026 non presentano valori eccezionali paragonabili a quelli del 1997, quando si verificarono 218 mm in due giorni. Tuttavia, la loro

distribuzione temporale e la saturazione pregressa del terreno hanno avuto un ruolo significativo nel ridurre ulteriormente la suzione nei livelli superficiali e nel favorire la riattivazione del movimento profondo. Le argille sovraconsolidate, infatti, sviluppano pressioni neutre negative quando vengono scaricate o erose; tali pressioni conferiscono una resistenza apparente che si dissipa lentamente nel tempo, tendendo verso valori idrostatici. Questo processo, descritto da Vaughan, Walbancke e Potts, è alla base del collasso ritardato: la rottura avviene non quando si verifica un evento meteorico eccezionale, ma quando la dissipazione delle pressioni negative ha raggiunto un livello critico.

Nel caso di Niscemi, la sequenza pluviometrica degli ultimi anni ha contribuito a questo processo. Le stagioni 2023–2024 e 2024–2025 sono state caratterizzate da precipitazioni distribuite in modo irregolare, con episodi intensi alternati a periodi di siccità. Questo andamento ha favorito cicli ripetuti di imbibizione e disseccamento, che hanno accelerato la degradazione delle argille superficiali e favorito la formazione di nuove localizzazioni di taglio nella fascia mista sabbie–argille. Le piogge dell'inverno 2025–2026, pur non eccezionali, sono cadute su un versante già indebolito, con pressioni neutre negative in fase avanzata di dissipazione e con un coefficiente di sicurezza ridotto.

L'analisi pluviometrica mostra inoltre che il ruolo delle precipitazioni è diverso nei vari livelli della successione. Le sabbie e sabbie cementate del rilievo tabulare, pur avendo una permeabilità maggiore rispetto alle argille, presentano una struttura eterogenea, con livelli più coerenti che ostacolano il drenaggio verticale e favoriscono la formazione di acquiferi sospesi. In condizioni di saturazione, questi livelli possono contribuire all'aumento delle pressioni interstiziali lungo le superfici di taglio superficiali, favorendo piccoli crolli e cedimenti localizzati lungo il margine del terrazzo. Le argille profonde, invece, rispondono con tempi molto più lunghi, e la loro instabilità è governata da processi idraulici pluriennali, non da singoli eventi meteorici. Il confronto con il 1997 è particolarmente significativo. In quell'occasione, l'evento pluviometrico eccezionale agì come trigger immediato, ma la frana si verificò alla fine di una stagione secca, quando le argille avevano già perso parte della suzione accumulata. Nel 2026, invece, il movimento si è verificato in un contesto di saturazione progressiva e di dissipazione avanzata delle pressioni negative, senza un evento meteorico

straordinario. Questo conferma che il sistema si trovava già in una condizione di equilibrio precario e che la frana rappresenta la naturale evoluzione di un processo di lungo periodo.

L'analisi complessiva indica che le precipitazioni non sono la causa primaria del dissesto, ma un fattore che accelera o modula un processo già in atto. La dinamica idrogeologica delle argille sovraconsolidate, la presenza di acquiferi sospesi nelle sabbie, l'erosione continua del piede e la struttura tettonica profonda costituiscono il quadro entro cui gli eventi meteorici agiscono. La frana del 2026 è quindi il risultato di una combinazione di fattori, in cui la pluviometria ha avuto un ruolo secondario ma non trascurabile, contribuendo a ridurre ulteriormente la resistenza residua del versante.

In questo contesto, la pioggia non rappresenta una causa primaria, ma un fattore modulante che accelera un processo già predisposto dalla struttura, dalla stratigrafia e dai meccanismi idraulico meccanici delle argille sovraconsolidate.

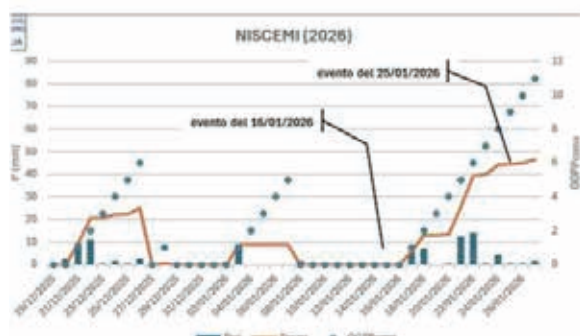


Figura 16 - Pluviometria 2026 (Elaborazione CFD Regione Siciliana).
Figure 16 - 2026 rainfall data (CFD – Sicilian Region).

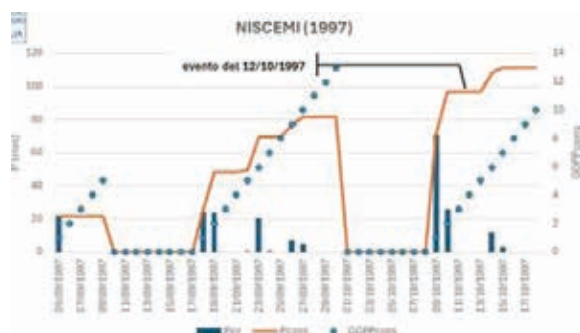


Figura 17 - Pluviometria 1997 (Elaborazione CFD Regione Siciliana).
Figure 17 - 1997 rainfall data (CFD – Sicilian Region).

3.2 Cinematica del dissesto profondo

La cinematica del dissesto profondo del rilievo tabulare riflette l'interazione tra la struttura ereditata del margine, il contrasto meccanico tra sabbie e argille e il controllo imposto dal décollement selinuntino, generando un'evoluzione regressiva articolata in domini cinematici distinti ma strettamente connessi.

La sezione di Fig. 13 mostra in modo esplicito i principali elementi cinematici:

Crown (testata)

- scarpata principale;
- fratture aperte;
- ribaltamenti (toppling) del piastrone sabbioso.

Unconformity superiore (sabbie/argille)

- superficie erosiva pleistocenica
- distacco del piastrone sabbioso
- innesco dei ribaltamenti e dei crolli.

Toppling e rockfall

- Il pacco sabbioso fragile collassa in blocchi lungo fratture sub verticali.

Sliding domain* (corpo di frana)

- movimento profondo su décollement;
- deformazione distribuita nelle argille;
- propagazione verso valle.

Toe (piede)

- rigonfiamento;
- spinta in avanti;
- possibile thrusting secondario.

Back stepping

- arretramento regressivo della testa;
- formazione di scarpate successive.

Propagation

- avanzamento del piano di scivolamento lungo il décollement.

3.3 Interpretazione geologica

La sezione di Fig. 13 mostra un quadro perfettamente coerente con la predisposizione tettonica, il contrasto meccanico sabbie rigide / argille plastiche, il décollement superficiale inter-pleistocenico tra sabbie e argille, il décollement profondo alla base delle argille sovraconsolidate di Monte San Giorgio, la frana profonda regressiva, i ribaltamenti e crolli sommitali, il collasso ritardato (dissipazione u negativa) e la rottura progressiva (fascia sabbie-argille rimaneggiate).

Questa è molto verosimilmente la rappresentazione attuale, più completa e convincente della struttura che controlla il dissesto di Niscemi.

L'affioramento esposto lungo il ciglio della frana del 2026 rappresenta uno dei punti più significativi dell'intero versante, perché mette in evidenza in modo diretto la stratigrafia funzionale del sistema franoso e i meccanismi idraulici che ne controllano l'innescò e la propagazione.

La superficie erosiva intra Pleistocenica separa nettamente le Sabbie di Caltagirone, sovrastanti, dalle Argille marnose di Monte S. Giorgio, sottostanti. Questa discontinuità non è solo un limite stratigrafico, ma anche un piano di debolezza strutturale e idraulica,

che concentra deformazioni, pressioni interstiziali e scorrimenti superficiali.

Il dettaglio più significativo è la presenza, alla base delle sabbie, di un orizzonte altamente permeabile, attualmente in fase di seepage attivo con fuoriuscita di acqua e sabbia. Questo livello rappresenta il vero “motore idraulico” dei movimenti superficiali: l'acqua che si infila nel pacco sabbioso si concentra lungo questo strato, che funge da condotto drenante fino a raggiungere l'unconformity, dove la permeabilità cala bruscamente. Il risultato è un accumulo di pressioni interstiziali e una progressiva perdita di resistenza efficace, condizioni ideali per l'innescò di scorrimenti e colamenti granulari.

La morfologia del ciglio, con superfici fresche di distacco e tagli netti nel pacco sabbioso, conferma che il movimento è stato rapido e che il collasso del materiale granulare ha seguito la traiettoria imposta dal piano di disaccoppio (failure surface) alla base delle argille. L'assetto complessivo è coerente con una cinematica multilivello: toppling nel piastrone sommitale (non visibile in questa immagine), scorrimento e fluidificazione nelle sabbie, deformazione duttile nelle argille, e un controllo di scala maggiore affidato al décollement



Figura 18 - A: Sabbie di Caltagirone (Pleistocene medio-superiore); B: Argille marnose di Monte San Giorgio (Pleistocene inferiore);
 :::: Intra-Pleistocenic unconformity.

Figure 18 - A: Caltagirone Sands (Middle–Upper Pleistocene); B: Monte San Giorgio marly clays (Lower Pleistocene);
 :::: Intra Pleistocenic unconformity.

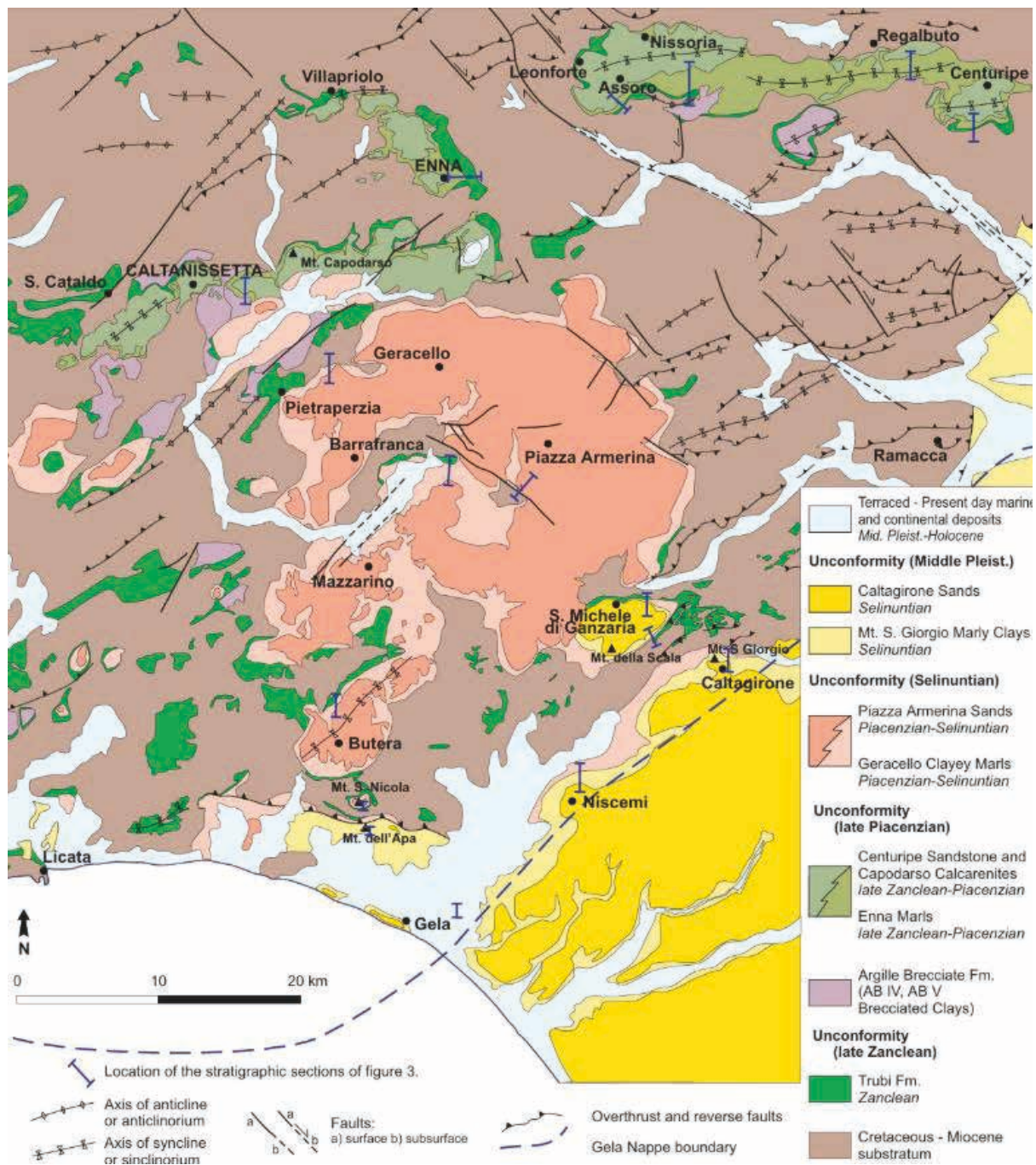


Figura 19 - Carta geologica schematica delle unità litostratigrafiche Plio-Pleistoceniche nell'area esaminata. Gli elementi tettonici sono parzialmente mutuati da Lentini et al. (1996) mod. (A. Di Grande & V. Giandinoto, 2002).

Figure 19 - Schematic geological map of the Plio Pleistocene lithostratigraphic units in the study area. Tectonic elements partially adapted from Lentini et al. (1996), modified (A. Di Grande & V. Giandinoto, 2002).

(piano di distacco) pliocenico-messiniano più profondo. In sintesi, questo affioramento mostra in modo esemplare come la combinazione tra discontinuità stratigrafica, contrasto di permeabilità e orizzonti granulari saturati costituisca il prerequisito essenziale per la riattivazione del sistema franoso del rilievo tabulare e perché eventi come quello del 2026 siano la naturale evoluzione di un assetto predisposto e già storicamente attivo. Pur mostrando in affioramento soltanto la stratigrafia superficiale e intermedia, è importante sottolineare che la cinematica complessiva del versante è comunque governata dal décollement profondo impostato nei terreni zancleano-messiniani, che rappresenta il vero motore strutturale del sistema franoso e ne controlla la scala, la profondità e l'evoluzione retrogressiva. Sotto il profilo geodinamico, l'area di Niscemi si colloca in una posizione a sud est della Fossa di Caltanissetta, bacino neogenico in forte subsidenza, al fronte della Falda di Gela, grande unità alloctona che avanza verso SE, e a contatto con l'Avampaese Ibleo, blocco rigido, sollevato e caratterizzato da tettonica trascorrente.

Questa triplice interazione genera:

- un campo di stress complesso (compressione + trascorrenza);
- faglie arcuate e segmentate;
- strutture a pop up e back thrust;
- deformazioni superficiali che condizionano direttamente la cinematica.

Gli studi classici di C. Roda (1965) e successivi (Catalano, Lentini, Argnani, Butler) definiscono un quadro strutturale articolato:

a. Faglie NE–SW (Acate–Gela trend)

- Strutture profonde, attive o riattivabili.
- Rigetti fino a 50–70 m osservati lungo il margine del terrazzo di Niscemi.
- Coincidenza geometrica con il bordo orientale della frana del 1997.

b. Faglie NW–SE (back thrust e trascorrenze)

- Segmentano il fronte della Falda di Gela.
- Controllano l'asimmetria del corpo di frana.
- Sono responsabili della curvatura del margine del terrazzo.

c. Triangle zone

Il quadro strutturale delineato nel paragrafo 2, in cui la frana di Niscemi si colloca nella porzione superiore di una triangle zone compressiva, costituisce

il riferimento necessario per interpretare la distribuzione delle unità geotecniche e la loro funzione nella cinematica del dissesto.

Rizzo (2004) dimostra che la frana di Niscemi si colloca nella parte superiore di una triangle zone, struttura tipica dei fronti di falda compressivi:

- due sistemi di faglie ortogonali delimitano un cuneo deformato;
- la frana sfrutta queste superfici come zone di debolezza;
- la morfologia curva della nicchia è l'espressione superficiale della struttura.

Infine, le indagini geofisiche e geodetiche (riflessione sismica, resistività, GPS) indicano variazioni fisiche procedendo verso il basso (150–300 m), più profonde dello spessore del corpo di frana (80–120 m) e piccoli accorciamenti (1–16 mm in 6 anni) lungo il fronte della Falda di Gela, compatibili con una tettonica ancora attiva o con rilassamenti gravitativi profondi.

È, dunque, molto verosimile che la frana sia intimamente connessa alla struttura tettonica del fronte di Gela, e la sua attivazione recente è influenzata dall'assetto strutturale, dagli stress residui e dalla geometria della triangle zone.

La pioggia, in questo quadro, è concausa, non motore unico.

Ma tutto ciò non basta a delineare compiutamente il quadro interpretativo del fenomeno qui analizzato, poiché la causa del dissesto di Niscemi non può essere ricondotta a un singolo fattore.

Infatti, oltre alla tettonica, l'erosione di base e i meccanismi geotecnici tipici delle argille sovraconsolidate concorrono in modo integrato a definire la cinematica profonda osservata.

La struttura tettonica dei margini del rilievo tabulare — con superfici di debolezza ereditate, geometrie a “triangle” e faglie distensive — costituisce la predisposizione geometrica fondamentale: un contatto sabbie/argille netto, un piano di scivolamento potenziale già orientato favorevolmente e una naturale tendenza alla retrogressione del ciglio.

Su questa predisposizione agisce l'erosione di base esercitata dai corsi d'acqua di ogni ordine. L'erosione rimuove progressivamente il piede del versante, scarica le argille sovraconsolidate e innesca un processo idraulico-temporale ben noto nella letteratura

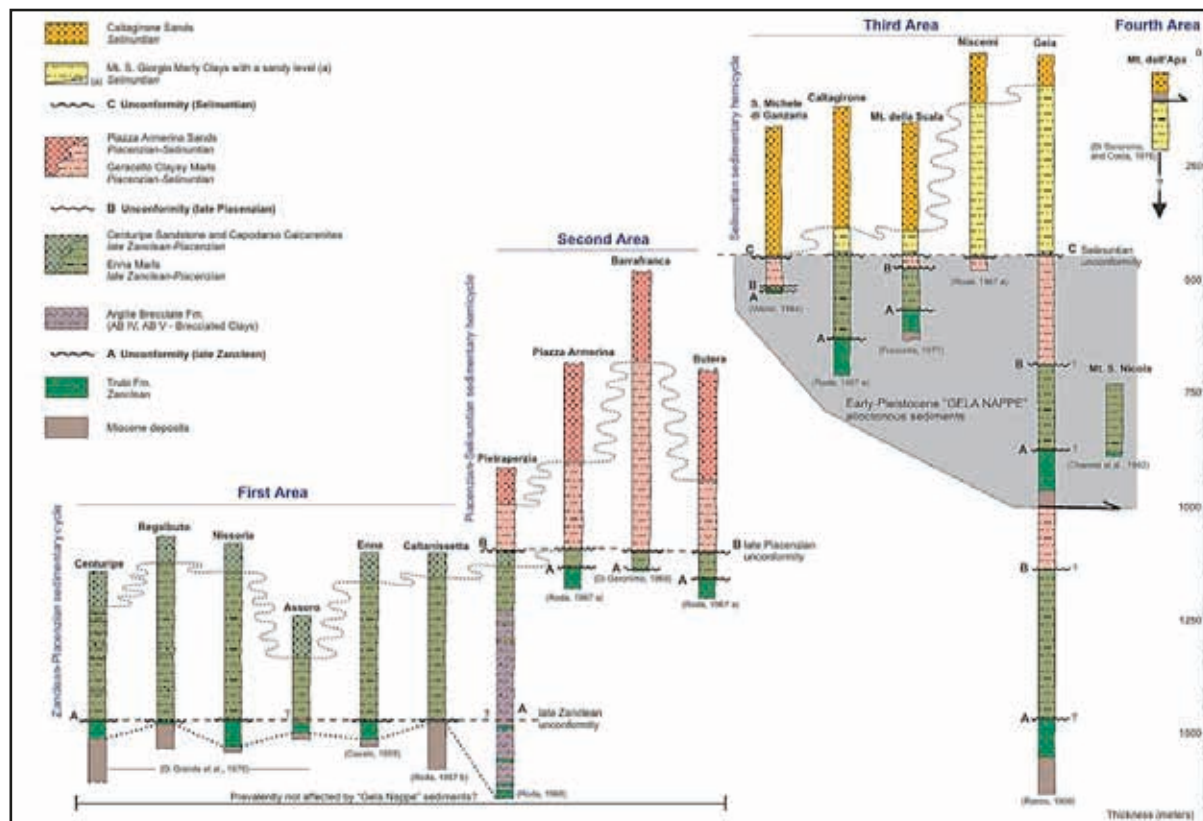


Figura 20 - Correlazioni tra sezioni stratigrafiche note in letteratura correlate con le principali unconformities Plio-Pleistoceniche (A,B,C). (da A. Di Grande & V. Giandinoto, 2002).

Figure 20 - Correlations between stratigraphic sections from the literature and the main Plio Pleistocene unconformities (A, B, C) (after A. Di Grande & V. Giandinoto, 2002).

geotecnica: il collasso ritardato (delayed failure). Le argille sovraconsolidate, quando vengono scaricate, sviluppano pressioni neutre negative (suzione per le argille: una pressione neutra negativa generata da uno scarico volumetrico che non può essere compensato rapidamente dall'ingresso di acqua, a causa della bassissima permeabilità delle argille), che incrementano artificialmente la resistenza al taglio. Con il tempo, la suzione si dissipa lentamente verso valori idrostatici, riducendo progressivamente la tensione efficace e quindi la resistenza. La rottura può avvenire anche molti anni dopo la fase erosiva, senza alcun cambiamento esterno. È il comportamento descritto da Vaughan & Walbancke (1973) e da Potts et al. (1997). Parallelamente, la formazione della superficie di scivolamento non avviene in modo istantaneo, ma attraverso un processo di rottura progressiva (progressive failure), tipico dei materiali con comportamento

fragile o strain-softening. Una zona localizzata entra in plasticità, la resistenza post-picco diminuisce, la deformazione si concentra e si propaga lungo la futura superficie di scivolamento. La fascia mista sabbie-argille osservata a Niscemi, con argille decapitate e rimaneggiate, è coerente con questo meccanismo descritto da Skempton (1964), Bishop (1967) e Leroueil (1996). Nei grandi complessi argillosi — come l'Undercliff dell'Isola di Wight, richiamato esplicitamente nella letteratura — collasso ritardato e rottura progressiva non sono fenomeni alternativi, ma complementari. Il primo riduce lentamente la resistenza globale del versante, il secondo costruisce la superficie di scivolamento attraverso localizzazioni successive. Il risultato è una frana profonda retrogressiva che non richiede un trigger forte, può attivarsi dopo anni o decenni dalla fase erosiva, presenta una superficie di scivolamento sub-orizzontale al piede, con brusca

risalita verso monte ed emersione sub-verticale in testa, e mostra un graben sommitale e un rigonfiamento basale. Inoltre, essa evolve per arretramenti retrogressivi successivi e tutto ciò è coerente con gli eventi del 1790, 1997 e 2026.

Nel caso di Niscemi, la morfologia sommitale a graben non è generata primariamente dal meccanismo franoso, ma dalla stratigrafia: un piastrone sabbioso debolmente cementato, con comportamento fragile e scarsa duttilità post picco, poggia su argille sovraconsolidate molto più deformabili. Quando il substrato argilloso si deforma, il pacco sabbioso non accompagna la deformazione e si frattura in blocchi, generando aperture sub verticali e abbassamenti differenziali. La frana profonda retrogressiva amplifica queste discontinuità, ma non ne è la causa originaria. Il graben sommitale osservato è quindi un effetto combinato della

stratigrafia e della cinematica profonda, non un prodotto esclusivo del movimento franoso.

Nel quadro sopra descritto, l'erosione di base non è sempre formalizzata come "causa" nei documenti del 1997, ma la sua funzione è chiara: è il fattore predisponente e di innesco a lungo termine che attiva i meccanismi idraulici e meccanici tipici delle argille sovraconsolidate.

In estrema sintesi, nel caso studio di Niscemi la tettonica fornisce la geometria, l'erosione fornisce lo scarico, la geotecnica fornisce il meccanismo. La cinematica osservata è la conseguenza naturale della combinazione di questi tre elementi, l'ultimo dei quali viene declinato nel paragrafo successivo.

4. Caratteristiche geotecniche

Le caratteristiche geotecniche delle unità affioranti lungo il versante di Niscemi costituiscono la base interpretativa del comportamento meccanico del dissesto; per questo motivo si descrivono di seguito le singole unità geotecniche, a partire dalle Sabbie di Caltagirone e proseguendo con le formazioni sottostanti.

Unità geotecnica “Sabbie di Caltagirone”

Le Sabbie di Caltagirone costituiscono l'unità geotecnica principale del versante, direttamente coinvolta nei fenomeni gravitativi osservati. Dal punto di vista geotecnico, si distinguono due sotto-porzioni funzionali:

- orizzonte sommitale cementato (piastrone);
- corpo sabbioso sciolto o debolmente cementato;

a. Orizzonte sommitale cementato (piastrone)

Caratteri geotecnici:

Materiale: sabbia fine-media moderatamente cementata;

Peso di volume Y: $\sim 18-20 \text{ kN/m}^3$;

Resistenza al taglio (efficace):

$\varphi' \approx 32-36^\circ$;

$c' > 0$ (coesione apparente dovuta a cementazione);

Comportamento: rigido-fragile, con resistenza a trazione non trascurabile;

Discontinuità: fratture subverticali, piani di debolezza subparalleli al ciglio.

Ha un preciso ruolo nei fenomeni gravitativi, essendo l'unico livello in grado di sviluppare toppling: la rigidità e la coesione (anche solo apparente) permettono il comportamento “a mensola” dei blocchi. Le fratture subverticali e l'allineamento rispetto al ciglio definiscono blocchi predisposti al ribaltamento. Una volta superato l'equilibrio (per erosione al piede, variazioni di carico, vibrazioni, infiltrazioni), i blocchi ruotano e si distaccano, innescando crolli e arretramento del ciglio.

✓ Vulnerabilità specifiche:

- Prossimità al ciglio;
- fratturazione già sviluppata;
- eventuali scavi o sovraccarichi in sommità;

infiltrazione d'acqua lungo le discontinuità: dai documenti del 1997, da quelli successivi e dall'osservazione diretta emerge chiaramente che una parte delle acque provenienti dall'abitato non era e non è correttamente collettata e che, insieme alle acque bianche, si disperdono anche acque nere (perdite dalle condotte in più punti del centro abitato; assenza o inefficienza della rete fognaria in alcune aree periferiche;

scarichi non convogliati che raggiungevano e raggiungono direttamente il versante; infiltrazioni persistenti lungo il margine del terrazzo; acque “maleodoranti”). L'effetto delle acque nere sulle sabbie è **idraulico e strutturale**, in quanto determina la riduzione della suzione (se parzialmente insature), la perdita della cementazione (se presente), la riduzione della resistenza al taglio efficace per diminuzione di φ' apparente e la possibile fluidificazione locale nei livelli più fini. E' da evidenziare che trattasi di un contributo costante.

b. Corpo sabbioso principale (sabbie sciolte o debolmente cementate)

Caratteri geotecnici:

Materiale: sabbie fini-medie sciolte o mediamente addensate;

Peso di volume Y: $\sim 17-19 \text{ kN/m}^3$;

Resistenza al taglio (efficace):

$\varphi' \approx 30-34^\circ$;

$c' \approx 0$ (comportamento granulare);

Permeabilità k: $\sim 10^{-4} - 10^{-3} \text{ m/s}$ (elevata);

Comportamento: materiale granulare drenante, privo di resistenza a trazione.

Ruolo nei fenomeni gravitativi:

Non sviluppa ribaltamenti (manca rigidità e coesione sufficiente), ma partecipa ai movimenti come materiale di scorrimento e collasso.

Dopo il ribaltamento del piastrone, le sabbie sciolte sottostanti si disgregano, scorrono lungo il pendio, riempiono i vuoti e alimentano colamenti granulari e scivolamenti superficiali.

La loro elevata permeabilità favorisce l'infiltrazione e il trasferimento rapido delle acque verso i livelli sottostanti.

✓ Vulnerabilità specifiche:

- La perdita di confinamento laterale al ciglio
- Le pendenze elevate.
- L'assenza di coesione $\rightarrow$ con instabilità immediata quando viene meno il sostegno.
- L'erosione superficiale e l'incisione degli impluvi dà luogo all'innescio di piccoli scivolamenti e colamenti.
- L'effetto delle acque nere provenienti dall'abitato sulle sabbie è **idraulico e strutturale**, in quanto determina la riduzione della suzione (se parzialmente insature), la perdita della cementazione (se presente), la riduzione della resistenza al taglio efficace per diminuzione di φ' apparente e la possibile fluidificazione locale nei livelli più fini.

Unconformity intra Pleistocenica (superficie erosiva)

Tra le Sabbie di Caltagirone e le Argille marnose di Monte S. Giorgio è presente una superficie erosiva netta, continua e ben riconoscibile negli affioramenti freschi della frana 2026. Questa unconformity plio pleistocenica rappresenta il principale piano di disaccoppiamento superficiale-intermedio, la sede dello sliding domain*, il livello su cui si impostano thrusting, deformazioni compressive al toe, scorrimenti regressivi, e il limite idraulico che concentra pressioni interstiziali alla base del pacco sabbioso.

L'unconformity è una discontinuità stratigrafica e strutturale che controlla la cinematica dei movimenti superficiali, è il piano di disaccoppiamento dei movimenti superficiali (crolli, scivolamenti poco profondi, toe failure del corpo sabbioso); controlla il comportamento del pacco sabbioso (piastrone + sabbie sciolte) rispetto alle argille sottostanti.

Unità geotecnica delle Argille marnose di Monte S. Giorgio**Caratteri geotecnici medi:**

Materiale: argille marnose plastiche;

Peso di volume γ : $\sim 18-20 \text{ kN/m}^3$;

Resistenza non drenata c_u : $\sim 25-60 \text{ kPa}$; $\phi' \sim 30-34^\circ$;

Permeabilità k : $\sim 10^{-9} - 10^{-10} \text{ m/s}$ (molto bassa)

Comportamento: coesivo, poco permeabile, deformabile, con risposta spesso non drenata.

✓ Vulnerabilità specifiche:

L'effetto delle acque nere provenienti dall'abitato sulle argille si manifesta con l'alterazione della struttura elettrochimica, con l'aumento della plasticità e la riduzione della coesione, favorendo la formazione e la propagazione della superficie di scivolamento. Le argille sono materiali elettrochimicamente sensibili, e le acque nere hanno pH alterato, contengono ioni sodio, ammonio, potassio, acidi grassi volatili e hanno carica organica elevata.

Questi fattori interagiscono direttamente con la struttura delle argille. Gli effetti principali (e più gravi) consistono nella dispersione delle particelle argillose (Gli ioni presenti nelle acque nere sostituiscono quelli che stabilizzano i bordi dei cristalli (Ca^{2+} , Mg^{2+})) e il risultato consiste nei fiocchi che si disgregano, nella struttura che si apre e nella resistenza che diminuisce drasticamente. Questo è il fenomeno noto come clay dispersion. Inoltre, la coesione effettiva diminuisce,

perché si riduce la tensione efficace, si altera la struttura e si indeboliscono i legami elettrochimici. Infine, le argille diventano più morbide, più plastiche e meno resistenti al taglio.

La dispersione cui si è accennato prima apre microcanali consentendo all'acqua di penetrare più facilmente determinando un ulteriore indebolimento.

È anche possibile la formazione di "piping" interno; se la portata è costante, si possono creare microgallerie che riducono la resistenza, favoriscono la rottura progressiva e accelerano la formazione della superficie di scivolamento (shear band).

In conclusione, l'ingresso di acque nere distrugge la suzione, riduce la coesione, aumenta la deformabilità, e favorisce la localizzazione della shear band. È, dunque, un acceleratore perfetto della rottura progressiva.

Selinuntian Unconformity

La Selinuntian Unconformity svolge un ruolo chiave nei fenomeni gravitativi profondi del versante di Niscemi. Alla base delle argille plioceniche essa funziona come principale superficie di disaccoppiamento tra il pacco sabbioso-argilloso superiore e il substrato messiniano. Su questo livello si imposta il décollement regionale, che ospita lo sliding domain, controlla la propagazione verso valle del movimento e condiziona la geometria del piede. Le deformazioni compressive e il thrusting al toe rappresentano la risposta superficiale a questo disaccoppiamento profondo.

Le argille plioceniche, per bassa permeabilità, comportamento duttile e tendenza alla rottura progressiva, favoriscono l'accumulo di pressioni interstiziali alla base del pacco sabbioso, si deformano in modo distribuito e accompagnano la cinematica del corpo superiore. Possono essere coinvolte in scivolamenti intermedi, in zone di taglio diffuse e in compressioni al piede, senza generare superfici nette.

Il décollement principale più profondo è legato ai livelli zancleano-messiniani e al sistema di faglie non affioranti ricostruite indirettamente: è su questo livello che si imposta la cinematica di scala maggiore

* Lo sliding domain è la porzione interna del versante in cui il materiale non è più integro ma non ha ancora sviluppato una superficie di scivolamento definita. È la zona in cui si concentrano le deformazioni, si attiva la rottura progressiva e si organizza il movimento profondo della frana. Nel caso di Niscemi, questo dominio si sviluppa nelle argille sovraconsolidate poste sopra la Selinuntian Unconformity e rappresenta il cuore della cinematica profonda osservata.

(back-stepping, propagazione retrogressiva, sviluppo del grande sistema franoso).

4.1 Sintesi geotecnica in chiave gravitativa

L'assetto geotecnico del versante mostra una successione di unità con comportamento meccanico e idraulico differenziato, che concorrono alla definizione di una cinematica multilivello, articolata in movimenti superficiali, intermedi e profondi. La risposta gravitativa del sistema è controllata dalla combinazione tra materiali rigidi e fratturati in sommità, livelli granulari drenanti, argille plastiche deformabili e, in profondità, terreni zancleano-messiniani più competenti, ma strutturalmente indeboliti.

Orizzonte sommitale (plateau)

Trattasi, come detto, di materiale rigido-fragile, moderatamente cementato, con fratturazione subverticale. È l'unica porzione dell'unità in grado di sviluppare ribaltamenti (toppling). La perdita di sostegno alla base (erosione, svuotamento delle sabbie) innesca crolli e arretramento del ciglio. Il piastrone rappresenta il motore iniziale della retrogressione.

Corpo sabbioso principale (sabbie sciolte)

Siamo in presenza di materiale granulare drenante, privo di coesione, con angolo d'attrito ϕ dominante. Non può ribaltare, ma scorre, crolla e si disgrega quando perde confinamento. Questo corpo alimenta gli scivolamenti superficiali, i colamenti granulari e riempie i vuoti generati dai ribaltamenti. L'elevata permeabilità favorisce l'infiltrazione e il trasferimento delle acque verso i livelli deboli sottostanti. Alla base del principale corpo sabbioso, a profondità dell'ordine di 30–40 m, è presente una superficie erosiva che costituisce un piano di disaccoppiamento tra le Sabbie pleistoceniche e le Argille marnose plioceniche. In alcuni settori possono esistere superfici di instabilità più superficiali (10–15 m), legate a coperture rimanegiate e a cinematismi locali. In estrema sintesi, il corpo sabbioso superficiale rappresenta il materiale mobile che accompagna e amplifica la cinematica del dissesto profondo.

Argille marnose di Monte S. Giorgio (livello di disaccoppio superficiale–intermedio)

Si tratta di un materiale coesivo, plastico e a bassa

permeabilità. Le argille favoriscono la saturazione dei livelli soprastanti, si deformano in modo duttile e sviluppano **zone di taglio distribuito** coerenti con processi di **rottura progressiva** e **softening post-picco**. In queste argille si organizza lo **sliding domain**, cioè la porzione del versante in cui il materiale non è più integro ma non ha ancora sviluppato una superficie di scivolamento definita.

La **Selinuntian Unconformity**, posta alla base delle argille plioceniche, funziona come **principale superficie di disaccoppiamento** tra il pacco sabbioso-argilloso superiore e il substrato messiniano. Su questo livello si imposta la cinematica profonda, mentre le argille sovrastanti accompagnano il movimento del corpo superiore e possono essere coinvolte in **scivolamenti intermedi**, compressioni al piede e deformazioni interne. Le argille marnose rappresentano il livello di transizione tra la cinematica superficiale-intermedia e quella profonda, costituendo il cuore della deformazione distribuita che collega il movimento del corpo sabbioso con il décollement profondo. In esse si sviluppa lo sliding domain, si concentra la rottura progressiva e si organizza la risposta duttile che trasmette la deformazione verso la superficie.

Terreni zancleano-messiniani (piano di scivolamento profondo)

La sezione geologica regionale adottata (Roda, 1965; Di Grande, 1967) mostra, al di sotto delle Argille marnose di Monte San Giorgio, un articolato pacco di unità pre-plioceniche, suddivise in più livelli (marrone, verde scuro, verde chiaro, arancio) interpretabili come successioni mioceniche e pre-mioceniche fortemente deformate, costituenti il basamento strutturale del margine orientale del rilievo tabulare di Niscemi. Tali unità, pur non affiorando nell'area di intervento, controllano la geometria delle superfici di unconformity (in particolare la Selinuntian Unconformity) e la distribuzione dei sistemi di faglie profonde.

Dette unità sono rappresentate dai materiali più antichi, competenti ma fratturati, con lineamenti ereditati. Costituiscono il décollement principale del sistema franoso. Controllano la profondità, la scala e la geometria del dissesto profondo e sono responsabili del back-stepping, della propagazione verso monte, della coalescenza dei corpi e della instabilità di versante di grande estensione. Spiegano di fatto la continuità storica del sistema (fine '700 → 1997 → 2026).

Il Dilatometro Marchetti per l'indagine Geotecnica e Sismica

DMT



Dilatometro tradizionale
pneumatico

SDMT



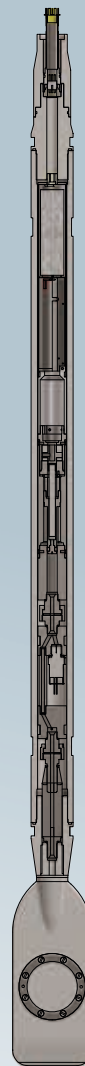
CPT

DMT

DUMMY
CONE

Dilatometro Sismico
per Vs e Vp

MEDUSA



Nuova tecnologia: Dilatometro
automatico (S)DMT



www.marchetti-dmt.it



VISIT
OUR
SITE

5. Storia dei dissesti: 1790, 1997 e riattivazioni

La ricostruzione storica dei dissesti che hanno interessato il margine orientale del rilievo tabulare di Niscemi costituisce un elemento essenziale per comprendere la natura e l'evoluzione del fenomeno. Gli eventi documentati negli ultimi due secoli non rappresentano episodi isolati, ma fasi successive di un unico processo franoso profondo, attivo e regressivo, controllato dalla struttura tettonica del margine, dalla stratigrafia sabbie-argille e dai meccanismi geotecnici tipici delle argille sovraconsolidate.

L'analisi delle testimonianze storiche, delle cartografie d'epoca, delle fotografie aeree e dei rilievi successivi agli eventi del 1790, 1997 e 2026 mostra una sorprendente coerenza nella localizzazione, nella geometria e nella cinematica dei dissesti. In tutti i casi si osservano arretramenti del margine, crolli di edifici, scomparsa di tratti stradali, formazione di scarpate sub-verticali e fratturazione del pacco sabbioso sommitale. Questa

ripetitività indica che il versante non si comporta come un sistema stabile soggetto a perturbazioni occasionali, ma come un complesso franoso profondo che evolve per fasi, con tempi di ritorno pluridecennali.

La storia dei dissesti non è quindi un semplice elenco cronologico di eventi, ma la manifestazione visibile di un processo geologico e geotecnico di lunga durata, nel quale erosione di base, dissipazione delle pressioni neutre negative, rottura progressiva e predisposizione tettonica concorrono a determinare la cinematica regressiva osservata. La comprensione di questa sequenza è stata ed è indispensabile per interpretare correttamente la situazione attuale e per definire scenari evolutivi e strategie di mitigazione coerenti con la natura del fenomeno.

5.1 Evento del 1790

Un primo documento storico sull'evento del 1790 è rappresentato dalla lettera del parroco di Niscemi al Vescovo di Siracusa.

La mobilitazione del 19 marzo 1790 è descritta da fonti storiche coeve (Parroco di Niscemi, 1790; Nava, 1792; Maugeri, 1869) come un grande movimento lento ma di forte entità, con:

- abbassamenti fino a 16–20 m lungo il margine del terrazzo;
- sollevamenti al piede di pari ordine di grandezza, con deformazione della pianura di fondovalle;
- durata del parossismo di circa due giorni;
- velocità stimate fino a 4–6 m/h;
- fenomeni precursori (boati profondi) e post-parossistici (maccalube) interpretati all'epoca come "ignivomi".

(9) Questa Relazione si conserva nella Biblioteca comunale di Palermo (Miscelanei storici Tom. 13. A. 13. X. B. 15), dalla quale abbiamo tratto i punti culminanti di questa cronaca patria.

(10) Noi fummo curiosi di ricercare quest'altro documento, ed effettivamente, dietro le più accurate ricerche, il rinvenimmo nella Biblioteca sudetta di Palermo, mentre in quella della soppressa compagnia dei PP. Gesuiti, oggi Nazionale, quel giornale periodico di Roma è mancante degli anni 1787 al 1791. Quel giornale dunque si trova nella Sala terrena di detta Biblioteca comunale, C. XXX. D. 429. 443. Ecco senz'altro quanto si legge nella sudetta antologia.

« Fenomfo—Relazione dei vulcani manifestatisi nelle terre di Busemi (deve dire invece Niscemi) in Sicilia, scritta dal Parroco di detto luogo al suo vescovo di Siracusa.

« Nel giorno 19 del passato marzo alle ore 18 e mezza (d'Italia) distante da questa abitazione non più di 40 canne, nella parte sinistra allo scendere per Terranova dalla Piana, si vide da tutti abbassarsi la terra, dividersi in parti innumerabili, e formare dei ribassi non più veduti, i quali ascendono, cioè i maggiori a palmi 60 e forse più. La veduta di questi fenomeni fu di molta sorpresa; ma questo è poco. Nel luogo del beneficio così chiamato, vi era una valle che veniva guardata da due altissimi monti, ed era la valle alpestre ed incoltivabile, ed in breve tempo si videro unirsi i due monti, e formarsi da questi un piano perfetto. Più sotto a questo luogo del beneficio, in un ortolizio di questo D. Saverio Pardo, ch'era tutto irrigato dalle acque, si vide emergere un bellissimo poggio senza sapersi il come, e senza che la terra avesse perduta la sua antica superficie, conservando essa quelle erbe che aveva piantate e seminate; ma l'acqua non è più al caso di salirvi, avendo perduta la sua inclinazione e discesa. Accanto a questo poggio di terra si vide uscire una gran quantità di sottilissima creta di color plumbeo, che manda un fetore di Zolfo, e che partecipa di parti bituminose, e questa creta occupò più di mezzo moggio di terra all'altezza di palmi 4 in circa.

« Quali fossero i pianti, le grida, i movimenti di questa popolazione lo lascio alla considerazione di V. E. Reverentissima, giacchè a me non dà l'animo di descriverle l'angoscia e le fatiche di quella gente al vedersi aprire sotto i piedi la terra. ec. ec.

Antologia Romana N. 50. giugno 1790. pag. 305. Tom. XVI. Roma 1790.

Figura 21 - Copia della lettera del Parroco di Niscemi al Vescovo di Siracusa (1790).

Figure 21 - Copy of the letter from the Parish Priest of Niscemi to the Bishop of Syracuse (1790).

La descrizione morfologica di Maugeri(1869) coincide con l'area interessata dalla frana del 1997: il margine compreso tra "SS. Croci", "Poggio del Trappeto" e "Pizzo del Banchitello" è esattamente lo stesso. Il quadro cinematico mostra un comportamento tipico di una frana complessa profonda a evoluzione retrogressiva, con sollevamento del piede per compressione e abbassamento della testa per perdita di supporto, senza evidenza di scorrimento monoblocco né di sovrapposizione del piede sul fondovalle.

Già nel 1790, dunque, il versante mostra:

- un corpo franoso di grande spessore, coerente con un dissesto profondo;
- una superficie di scivolamento impostata al di sotto del fondovalle, lungo il décollement strutturale nelle argille sovraconsolidate;
- una cinematica complessa e retrogressiva, con rottura progressiva e propagazione a back stepping, non riconducibile a una frana a rottura di base.



Figura 22 - Copia del frontespizio della Relazione Nava (1792).

Figure 22 - Copy of the frontispiece of the Nava Report (1792).

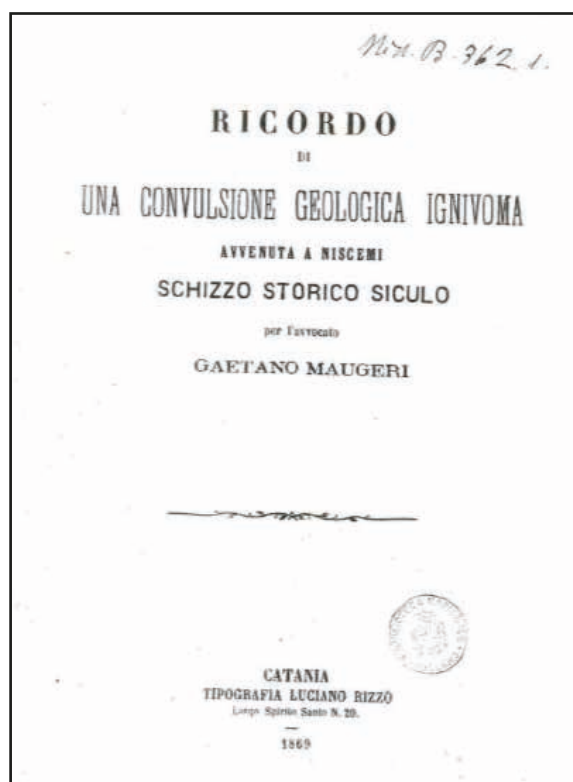


Figura 23 - Copia del frontespizio del "Ricordo di una convulsione geologica ignivoma", di Maugeri (1869).

Figure 23 - Copy of the frontispiece of "Ricordo di una convulsione geologica ignivoma", by Maugeri (1869).

5.2 Evento del 12 ottobre 1997

La frana del 12 ottobre 1997 è un movimento unico, di grandi dimensioni e fortemente asimmetrico, che interessa circa 1,5–2 km², coinvolge due versanti ortogonali (N–S e E–W) in un unico cinematismo, presenta una nicchia principale lunga circa 2,5 km, con rigetti di 3–4 m (massimi nel settore NW) e mostra velocità massime stimate intorno a 1 m/h, con spostamenti di 2–4 m. Le prime deformazioni si manifestano lungo la nicchia principale, al margine del terrazzo, in destra e sinistra del T. Benefizio; il parossismo si concentra tra le 13 e le 16 del 12 ottobre, con estensione rapida lungo tutto il margine.

Il movimento è lento ma unitario, mostra abbassamenti e trincee in testa (quadro distensivo, con graben sommitale), presenta rigonfiamenti e spremiture al piede (quadro compressivo, con sollevamento locale) e si esaurisce in gran parte nella prima giornata, con movimenti residui nelle settimane successive. La frana del 1997 riattiva il corpo del 1790, con notevole coincidenza geometrica ma con spostamenti e velocità minori. È, a tutti gli effetti, la riattivazione di un grande complesso gravitativo preesistente.

Nel quadro evolutivo 1790–1997, la cinematica mostra una retrogressione del margine superiore (back-stepping), integrata da una rottura progressiva nelle argille sovraconsolidate e dalla disarticolazione del piastrone sabbioso, impostata su un décollement strutturale profondo.

Rizzo (2004) ha pubblicato considerazioni significative sull'evento del 1997, attribuendo la deformazione profonda che interessa il versante meridionale della città di Niscemi alla stratigrafia del complesso argilloso, senza il coinvolgimento di altre litologie. L'innescò potrebbe essere stato favorito dal passaggio da comportamento fragile a duttile di un livello argilloso, in seguito a un leggero rammollimento dovuto a variazioni – anche modeste – della pressione interstiziale. Un livello che passa

Figura 25 - Sezione della frana 1997 (da Rizzo, 2004).

Figure 25 - Section of the 1997 landslide (after Rizzo, 2004).

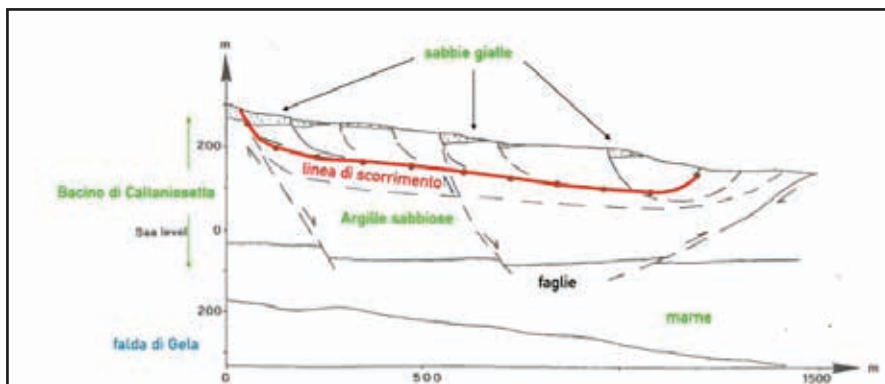


Figura 24 - Chiesa delle SS. Croci distrutta.

Figure 24 -Destroyed SS. Croci Church.

da fragile a duttile diventa infatti molto più debole e suscettibile alla deformazione.

Considerata la complessità tettonica dell'area, con il limite superficiale della falda di Gela situato a pochi chilometri e con il suo tetto che sotto Niscemi non supera 1 km di profondità, è plausibile una interdipendenza tra strutture tettoniche e cinematica della frana. Il fenomeno potrebbe essere tecnicamente meglio definito come una deformazione gravitativa profonda di versante (DSGSD - Deep Seated Gravitational Slope Deformation).

5.3 Riattivazioni minori e dissesti locali

La documentazione storica e le testimonianze locali riportano:

- movimenti minori nel XVIII secolo (1776) lungo il margine del terrazzo;
- episodi franosi localizzati in anni recenti (versante Perillo, cava a valle del cimitero, piccoli dissesti lungo incisioni);
- frane interne alla frana principale, con cinematismi analoghi ma a scala ridotta.

Questi elementi confermano che il versante è sede di instabilità cronica, con un grande corpo franoso “di fondo” e una costellazione di dissesti secondari legati all’erosione e alla morfologia locale.

La pioggia, in questo quadro, è concausa, non motore unico.

Questa definizione è perfettamente coerente con quanto discusso nei paragrafi precedenti: l’acqua agisce riducendo la suzione e incrementando le pressioni interstiziali, ma tali effetti operano su un sistema già predisposto e in lenta evoluzione.



Figura 26 - Immagine da drone dei margini del rilievo tabulare Niscemi (gennaio 2026).

Figure 26 - Drone image of the margins of the tabular landform of Niscemi (January 2026).

6. Scenari evolutivi

L'analisi integrata delle evidenze geologiche, geomorfologiche, storiche e geotecniche consente di delineare gli scenari evolutivi del dissesto che interessa i margini del rilievo tabulare di Niscemi. La presenza di una superficie di scorrimento profonda, continua e attiva, impostata nelle argille plio-pleistoceniche sovraconsolidate, definisce un sistema franoso di scala territoriale, la cui evoluzione è governata da processi lenti ma persistenti, sensibili alle variazioni idrauliche e alla morfologia del versante.

La ricorrenza degli eventi del 1791, 1987, 1997 e 2026 mostra che il dissesto non è episodico, ma segue una dinamica regressiva pluriciclica. Ogni riattivazione ha prodotto arretramenti del margine urbano, fratturazione del pacco sabbioso pleistocenico, formazione di scarpate sub-verticali e rigonfiamenti basali. Questa ripetitività indica che il sistema non tende alla stabilizzazione spontanea, ma evolve secondo una logica di arretramento progressivo controllato dalla geometria della superficie di scorrimento e dalle condizioni idrauliche.

Il modello concettuale sviluppato in precedenza (v. par.3) evidenzia che la superficie di scorrimento presenta una geometria stabile nel tempo: risale verso monte in corrispondenza del margine urbano, attraversa il contatto sabbie/argille nella porzione intermedia e si raccorda con il piede del versante in prossimità del Torrente Benefizio a E, del Vallone Feudo Nobile a W e a SSW e del Vallone Maroglio a S, verso la Piana di Gela. Questa configurazione determina una cinematica dominata da rottura progressiva e retrogressione, tipica dei grandi complessi franosi in argille sovraconsolidate.

L'analisi congiunta della stratigrafia, dell'assetto strutturale, della cinematica storica e dell'evento del 2026 consente di delineare con chiarezza gli scenari evolutivi dei versanti orientale, meridionale e occidentale del rilievo tabulare di Niscemi. Il sistema franoso non è in una fase iniziale né in una fase residua: si trova in una fase avanzata di regressione, nella quale la stabilità residua è fortemente compromessa e la possibilità di ulteriori arretramenti è concreta.

La nuova scarpata formatasi nel 2026 (v. Fig. 15) rappresenta un elemento chiave per comprendere l'evoluzione futura. La sua geometria, verticale o sub-verticale, con superfici fresche e continuità laterale, indica che il fronte ha intercettato livelli più coerenti delle sabbie

cementate, che si sono fratturati in modo fragile. Questo tipo di morfologia non è stabile nel tempo: le sabbie cementate, una volta esposte, sono soggette a disgregazione rapida, mentre le argille sottostanti, prive di confinamento, tendono a deformarsi in modo plastico. È quindi prevedibile un arretramento progressivo del ciglio, con crolli localizzati e avanzamento della frattura principale verso monte. Questo comportamento è pienamente coerente con il back stepping strutturale descritto nel paragrafo 3: la rottura progressiva lungo il décollement profondo si traduce in arretramenti successivi del margine, amplificati dalla fragilità del piastrone sabbioso.

Il comportamento delle argille sovraconsolidate suggerisce che il processo di dissipazione delle pressioni neutre negative non è ancora concluso. La frana del 2026 ha rappresentato una fase di collasso, ma la riduzione della suzione nelle zone non ancora coinvolte potrebbe portare, nei prossimi anni, a una nuova diminuzione della resistenza residua. Questo fenomeno, già osservato negli eventi del 1791 e del 1997, è tipico dei versanti profondi in argille sovraconsolidate: la rottura non avviene in modo improvviso, ma attraverso una sequenza di fasi, ciascuna delle quali rappresenta un avanzamento del processo regressivo.

L'erosione di base continuerà a svolgere un ruolo determinante. Il Torrente Benefizio e i Valloni Feudo Nobile e Maroglio, con la loro incisione profonda e attiva, rimuovono costantemente materiale alla base del versante, riducendo il confinamento laterale e favorendo la propagazione della deformazione verso monte. Le incisioni laterali, alimentate anche da scarichi urbani che con le nere alterano profondamente le argille (v. paragrafo 2), amplificano questo processo, creando condizioni favorevoli alla formazione di nuove superfici di taglio superficiali e alla riattivazione di quelle profonde. In assenza di opere di regimazione idraulica e di sistemazioni fognarie, l'erosione continuerà a indebolire il piede del versante, accelerando l'evoluzione del dissesto. L'assetto strutturale ereditato dalla Falda di Gela contribuisce ulteriormente alla complessità degli scenari evolutivi. Le faglie con orientazioni NW-SE e NE-SW, interpretabili come rampe di back-thrust, dislocano i depositi pleistocenici e definiscono una triangle zone che controlla la geometria del corpo di frana. Le variazioni fisiche rilevate fino a profondità di 150-300 metri indicano che la cinematica è influenzata da strutture

profonde, che agiscono come barriere o zone di debolezza lungo cui si concentra la deformazione. Questo significa che l'evoluzione futura non sarà uniforme: alcuni settori potrebbero arretrare più rapidamente, mentre altri potrebbero mostrare una maggiore resistenza apparente, salvo poi cedere in modo improvviso quando la superficie di scivolamento raggiungerà un nuovo equilibrio.

La presenza di edifici in equilibrio instabile lungo il margine del terrazzo rappresenta un ulteriore elemento critico. Le fondazioni esposte, le fratture nei muri portanti e i crolli parziali o totali osservati nel 2026 indicano che il costruito si trova in una zona di transizione tra la parte stabile del pianoro e la parte attiva del dissesto. In questo contesto, anche piccoli arretramenti del fronte potrebbero determinare danni significativi, con crolli improvvisi e perdita di funzionalità delle infrastrutture. La vicinanza del fronte al tessuto urbano rende quindi necessario considerare scenari evolutivi che includano non solo l'avanzamento della frana, ma anche la compromissione progressiva delle opere esistenti.

Nel medio periodo, è prevedibile una combinazione di fenomeni: crolli localizzati lungo la scarpata, avanzamento della frattura principale verso monte, deformazioni differenziali nel costruito, rigonfiamenti al piede e nuove localizzazioni di taglio nella fascia mista sabbie-argille. Nel lungo periodo, in assenza di improponibili interventi strutturali profondi, il sistema tenderà a evolvere verso una nuova configurazione di equilibrio, caratterizzata da un arretramento significativo del margine del terrazzo e da una ridistribuzione delle deformazioni lungo il versante.

L'insieme di questi elementi indica che i versanti del rilievo tabulare di Niscemi si trovano in una fase avanzata del processo regressivo e che la sua evoluzione futura sarà dominata da fenomeni di instabilità profonda, modulati dalla dinamica idrogeologica e dall'erosione di base. Questo quadro è pienamente coerente con il meccanismo di back stepping, poiché la retrogressione del margine è la manifestazione superficiale della rottura progressiva lungo il décollement profondo, amplificata sia dalla dinamica idrogeologica sia dall'erosione di base. La definizione di strategie di mitigazione dovrà quindi tenere conto di scenari evolutivi complessi, nei quali la stabilità residua è limitata e la possibilità di ulteriori arretramenti è concreta.

6.1 Mappa concettuale degli scenari evolutivi

L'evoluzione del dissesto lungo i margini del rilievo tabulare di Niscemi può essere rappresentata attraverso una mappa concettuale che integra i principali fattori di controllo, i meccanismi di attivazione e le traiettorie evolutive possibili. La presenza di una superficie di scorrimento profonda, continua e attiva, impostata nelle argille plio-pleistoceniche sovraconsolidate, costituisce l'elemento strutturale dominante e condiziona in modo determinante la dinamica del versante. La sua geometria, stabile nel tempo, definisce un sistema franoso di scala territoriale, nel quale la stabilità è governata da processi idraulici, morfologici e geotecnici che interagiscono tra loro.

Nodo 1 – La superficie di scorrimento profonda come elemento strutturale permanente

La superficie di scorrimento rappresenta il fulcro della mappa concettuale. La sua continuità lungo oltre 4 km di fronte, la profondità di imposta nelle argille e la risalita verso monte in corrispondenza del margine urbano definiscono un sistema che non può essere stabilizzato mediante interventi strutturali estesi. La superficie agisce come un piano di debolezza persistente, lungo il quale si sviluppano deformazioni lente, rotture progressive e arretramenti regressivi. Questo nodo centrale condiziona tutti gli scenari evolutivi e rappresenta il vincolo principale nella definizione delle strategie di mitigazione.

Nodo 2 – Il ruolo determinante delle condizioni idrauliche

Le condizioni idrauliche costituiscono il secondo nodo concettuale. La presenza di acquiferi sospesi nelle sabbie pleistoceniche, la bassa permeabilità delle argille e la mancanza di regimazione delle acque superficiali determinano un sistema altamente sensibile alle variazioni di pressione neutra. Le precipitazioni intense, gli scarichi non controllati e l'erosione di base del Torrente Benefizio possono incrementare rapidamente le pressioni interstiziali, riducendo le tensioni efficaci lungo la superficie di scorrimento e innescando movimenti profondi. Questo nodo è direttamente collegato alla frequenza e all'intensità delle riattivazioni.

Nodo 3 – La cinematica regressiva e la retrogressione del margine

Il terzo nodo riguarda la cinematica del dissesto. La frana evolve attraverso un meccanismo regressivo, con arretramenti successivi del margine urbano, formazione di scarpate sub-verticali, apertura di fratture nel pacco sabbioso e rigonfiamenti basali. La ripetitività degli eventi storici (1791, 1997, 2026) dimostra che il sistema segue una traiettoria evolutiva stabile nel tempo, nella quale ogni riattivazione rappresenta una fase di avanzamento del processo regressivo. Questo nodo è strettamente connesso alla geometria della superficie di scorrimento e alle condizioni idrauliche.

Nodo 4 – Le limitazioni strutturali e la scala del fenomeno

Il quarto nodo riguarda la scala del dissesto. Un fronte instabile di oltre 4 km rende impraticabile qualsiasi intervento strutturale esteso, profondo o continuativo. Le opere di contenimento, i pali, i diaframmi o i sistemi di ancoraggio non sono compatibili con l'estensione, la profondità e la natura del movimento. Questo nodo introduce un vincolo operativo fondamentale: la mitigazione non può basarsi su interventi strutturali globali, ma deve orientarsi verso strategie idrauliche e interventi localizzati.

Nodo 5 – Le traiettorie evolutive possibili

Dall'interazione dei nodi precedenti derivano tre traiettorie evolutive:

- **Traiettoria A** – Evoluzione naturale. Il sistema prosegue la sua dinamica regressiva, con arretramenti progressivi del margine urbano e **accelerazioni o riattivazioni modulate dagli eventi pluviometrici**, che agiscono come fattori di amplificazione su un processo già attivo e strutturalmente predisposto.
- **Traiettoria B** – Evoluzione controllata tramite gestione idraulica e sistemazione fognaria. La riduzione dell'infiltrazione, la captazione degli acquiferi sospesi, la regimazione delle acque superficiali e il collettamento delle acque nere rallentano l'evoluzione del dissesto, aumentando la resilienza del versante.

- **Traiettoria C** – Evoluzione mitigata tramite interventi localizzati. Interventi puntuali nei settori più critici riducono la vulnerabilità locale senza modificare la dinamica complessiva del sistema.

Nodo 6 – Implicazioni per la gestione del rischio

L'ultimo nodo riguarda la gestione del rischio. La natura profonda e regressiva del dissesto, unita alla scala del fenomeno, impone un approccio basato su:

- monitoraggio continuo, già in atto
- gestione delle acque,
- controllo dell'erosione,
- limitazione dei carichi in sommità,
- interventi localizzati nei punti più vulnerabili,
- pianificazione urbanistica coerente con la dinamica del versante.

La mappa concettuale mostra che il dissesto non può essere eliminato, ma può essere gestito e rallentato attraverso strategie mirate e sostenibili.



MASSENZA
DRILLING RIGS

Impianti di perforazione
dal 1921

+100 YEARS
SINCE 1921
MADE IN ITALY

I nostri campi di applicazione:

Pozzi d'acqua
Geotecnica
Geotermia
Ricerche minerarie
Sismica
Fondazioni
Micropali e Ancoraggi



7. Strategie di mitigazione e interventi

La definizione delle strategie di mitigazione deve tenere conto della natura profonda, regressiva e territorialmente estesa del dissesto che interessa il margine del rilievo tabulare di Niscemi. La presenza di una superficie di scorrimento continua impostata nelle argille plio-pleistoceniche, la sensibilità del sistema alle condizioni idrauliche e l'estensione del fronte instabile, superiore a 4 km, rendono impraticabile qualsiasi ipotesi di intervento strutturale esteso o di stabilizzazione globale del versante. In questo contesto, la mitigazione del rischio non può basarsi su opere di contenimento profonde o su interventi massivi, ma deve orientarsi verso strategie integrate, sostenibili e mirate alla riduzione delle sollecitazioni idrauliche e alla protezione dei settori più vulnerabili.

Le strategie proposte si articolano in tre livelli complementari: misure idrauliche di sistema, interventi localizzati nei punti critici e azioni di gestione e pianificazione. Nessuno di questi livelli, considerato singolarmente, è sufficiente a modificare la dinamica complessiva del dissesto; la loro efficacia deriva dall'integrazione e dalla continuità nel tempo.

7.1 – Misure idrauliche di sistema

Le condizioni idrauliche rappresentano il principale fattore scatenante delle riattivazioni profonde. La riduzione delle pressioni neutre nelle sabbie pleistoceniche e il controllo dell'infiltrazione costituiscono quindi l'asse portante della mitigazione. Le misure idrauliche di sistema includono:

- Sistemazione/ricostruzione rete fognaria;
- regimazione delle acque superficiali mediante canalizzazioni, cunette, griglie e sistemi di raccolta che impediscano l'infiltrazione incontrollata lungo il margine;
- intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche provenienti dal centro abitato, con eliminazione degli scarichi puntuali che alimentano localmente la saturazione;
- riduzione dell'erosione di base nel tratto del Torrente Benefizio del Vallone Feudo Nobile e del Vallone Maroglio, attraverso opere leggere di protezione spondale e controllo del deflusso;
- captazione degli acquiferi sospesi nei livelli sabbiosi, mediante drenaggi superficiali o sub-orizzontali localizzati nei punti di maggiore accumulo.

Queste misure non modificano la geometria della superficie di scorrimento, ma riducono la frequenza e l'intensità delle riattivazioni, aumentando la resilienza del versante.

7.2 – Interventi localizzati nei settori critici

Data l'estensione del fronte instabile, gli interventi strutturali devono essere limitati ai settori in cui il rischio per edifici, infrastrutture o popolazione è più elevato. Gli interventi localizzati possono includere:

- alleggerimenti del margine urbano, mediante rimozione di sovraccarichi (leggesi riporti antropici individuati nella Carta Geologica di Fig.9), demolizioni controllate o arretramenti programmati delle strutture più esposte;
- consolidamenti superficiali del pacco sabbioso fratturato, con tecniche leggere e reversibili, finalizzate a ridurre la propagazione delle fratture e a limitare l'apertura del graben sommitale;
- drenaggi mirati nei punti in cui le pressioni neutre risultano più elevate, con l'obiettivo di ridurre localmente le sollecitazioni sulla superficie di scorrimento;
- protezione del piede nei tratti soggetti a erosione accelerata, mediante opere leggere di stabilizzazione spondale.
- Questi interventi non hanno la funzione di stabilizzare l'intero versante, ma di ridurre la vulnerabilità locale e di proteggere le aree più esposte.

7.3 – Monitoraggio e gestione del rischio

La natura intermittente e idraulicamente controllata del dissesto richiede un sistema di monitoraggio continuo, in grado di rilevare precocemente le variazioni di stato del versante. Le azioni di gestione includono:

- monitoraggio topografico, radar, interferometrico e inclinometrico dei settori più attivi, in parte già in atto;
- controllo piezometrico dei livelli sabbiosi e delle argille;
- sorveglianza visiva periodica delle scarpate, delle fratture e dei rigonfiamenti basali;
- piani di emergenza e di evacuazione aggiornati e coerenti con la dinamica del dissesto;
- limitazioni urbanistiche nelle aree prossime al margine.

Il monitoraggio non è un complemento, ma una componente essenziale della mitigazione, poiché consente di anticipare le fasi di instabilità e di intervenire tempestivamente.

7.4 – Pianificazione territoriale e sostenibilità degli interventi

La scala del fenomeno impone una riflessione più ampia sulla gestione del territorio. La presenza di un complesso franoso profondo attivo lungo oltre 4 km richiede:

- una pianificazione urbanistica prudentiale, che eviti l'espansione edilizia verso il margine;
- la delimitazione di fasce di rispetto lungo il ciglio e nei settori di potenziale arretramento;
- la programmazione pluriennale degli interventi idraulici, con manutenzione costante delle opere;
- la valutazione costi-benefici degli interventi localizzati, privilegiando quelli con maggiore efficacia rispetto al rischio residuo.

La mitigazione del dissesto e conseguentemente del rischio non può essere affrontata come un intervento puntuale, ma come un processo continuo, integrato e sostenibile nel tempo. Detta mitigazione deve basarsi su un approccio integrato, fondato sulla gestione delle acque, su interventi localizzati nei settori più vulnerabili, su un monitoraggio continuo e su una pianificazione territoriale coerente con la dinamica del versante. Solo la combinazione di queste strategie può garantire una riduzione significativa del rischio e una gestione sostenibile del territorio nel medio-lungo periodo.



“Frana di Niscemi 2026” di Dipartimento della Protezione Civile,
“Niscemi landslide 2026” photo by the Civil Protection Department

8. Comunicazione istituzionale e rapporto con la popolazione. Considerazioni finali



“Frana di Niscemi 2026” di Dipartimento della Protezione Civile | “Niscemi landslide 2026” photo by the Civil Protection Department

La gestione di un dissesto profondo come quello che interessa i versanti del rilievo tabulare di Niscemi non può prescindere da una comunicazione istituzionale chiara, trasparente e continua. La complessità del fenomeno, la sua evoluzione lenta ma inesorabile, la vicinanza al tessuto urbano e la presenza di numerosi edifici già compromessi rendono necessario un approccio comunicativo che non si limiti alla diffusione di avvisi o ordinanze, ma che costruisca un rapporto di fiducia tra istituzioni e cittadini, fondato sulla condivisione delle informazioni e sulla comprensione dei rischi.

La comunicazione deve partire da un presupposto fondamentale: la frana non è un evento improvviso, né un fenomeno episodico, ma un processo evolutivo di lungo periodo, attivo da secoli e governato da meccanismi geologici e idrogeologici profondi. È quindi essenziale spiegare alla popolazione che il dissesto non è il risultato di un singolo episodio meteorico o di un

cedimento localizzato, ma la manifestazione di un sistema instabile che coinvolge l'intero versante. Questa consapevolezza consente di superare la percezione di 'emergenza improvvisa' e di comprendere la necessità di una gestione di lungo periodo, basata su monitoraggio continuo, misure di prevenzione e interventi localizzati nei settori più vulnerabili.

La comunicazione deve inoltre chiarire che la morfologia attuale del margine urbano – scarpate verticali, crolli di edifici, fondazioni sospese – non rappresenta una caratteristica naturale del pianoro, ma è il risultato diretto dell'evento del 2026 e delle fasi precedenti del dissesto. Questo elemento è cruciale per evitare interpretazioni errate e per far comprendere che la stabilità residua del versante è oggi fortemente compromessa. La popolazione deve essere messa nelle condizioni di capire perché alcune aree sono state interdette, perché alcune strutture devono essere demolite e perché altre non possono essere riutilizzate.

Un altro aspetto fondamentale riguarda la gestione delle aspettative. La complessità del sistema franoso e la profondità della superficie di scivolamento rendono impossibile immaginare soluzioni rapide o interventi risolutivi immediati, ammesso che esistano. È necessario spiegare che la stabilizzazione del versante richiederà tempo, risorse e una pianificazione accurata, e che gli interventi dovranno essere progressivi e coordinati. La comunicazione deve quindi evitare promesse irrealistiche e mantenere un tono istituzionale sobrio, basato su dati tecnici verificabili e su una visione di lungo periodo.

La trasparenza è un elemento imprescindibile. Le istituzioni devono condividere con la popolazione non solo le decisioni operative, ma anche le informazioni tecniche che le motivano: mappe del rischio, analisi geologiche, risultati del monitoraggio, scenari evolutivi. Questa condivisione non deve essere intesa come un trasferimento di responsabilità, ma come uno strumento per costruire consapevolezza e partecipazione. La popolazione deve essere messa nelle condizioni di comprendere perché alcune scelte sono necessarie e quali sono le implicazioni per la sicurezza collettiva.

La comunicazione deve infine essere continua. Un sistema franoso profondo non evolve in modo improvviso, ma attraverso fasi successive, ciascuna delle quali può richiedere interventi specifici o misure di sicurezza temporanee. È quindi necessario mantenere un dialogo costante con la popolazione, aggiornando regolarmente lo stato del versante, i risultati del monitoraggio e le attività in corso. Questo approccio consente di ridurre l'incertezza, prevenire la diffusione di informazioni errate e rafforzare la fiducia nelle istituzioni. La gestione del rapporto con la popolazione non è un elemento accessorio della mitigazione del rischio, ma una componente essenziale della strategia complessiva. La frana di Niscemi, con la sua storia lunga e complessa, richiede un approccio comunicativo che sia all'altezza della sua complessità: chiaro, rigoroso, trasparente e orientato alla costruzione di una consapevolezza condivisa del rischio e delle soluzioni possibili.

Considerazioni finali

L'insieme delle analisi condotte nei paragrafi precedenti evidenzia che i margini del rilievo tabulare di Niscemi costituiscono un complesso franoso profondo attivo, la cui evoluzione è governata da processi lenti ma persistenti, sensibili alle condizioni idrauliche e alla morfologia del versante. La deformazione si organizza lungo un décollement strutturale continuo impostato alla base delle argille plioceniche, in corrispondenza della Selinuntian Unconformity, mentre nelle porzioni superiori delle stesse argille – più rigide e sovraconsolidate – si sviluppa uno sliding domain caratterizzato da rottura progressiva e trasmissione verso l'alto della deformazione. La cinematica regressiva documentata negli eventi storici e l'estensione del fronte instabile (oltre 4 km) impongono un approccio prudente, realistico e sostenibile alla gestione del rischio.

Le considerazioni finali devono quindi essere lette non come un elenco di interventi, ma come un quadro strategico integrato, fondato su tre principi cardine: conoscenza, prevenzione e gestione.

Bibliografia

- APAT (2002). *Atlante delle opere di sistemazione dei versanti*. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici.
- BARBAGALLO O., CALVI F. (2020). "Studio geomeccanico e di caduta massi nell'area di Forza d'Agrò finalizzato alla richiesta di variante al PAI dei bacini 097-098" *Geologia Tecnica & Ambientale*, n. 2/2020.
- AMODIO-MORELLI, L., BONARDI, G., COLONNA, V., DIETRICH, D., GIUNTA, G., IPPOLITO, F., LIGUORI, V., LORENZONI, S., PAGLIONICO, A., PERRONE, V., PICCARRETA, G., RUSSO, M., SCANDONE, P., ZANETTIN-LORENZONI, E., & ZUPPETTA, A. (1976). *L'arco calabro-peloritano nell'orogene appenninico-maghrebide*. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 17, 1-60.
- ARGNANI, A. (1990). The Strait of Sicily rift zone: foreland deformation related to the evolution of a back-arc basin. *Journal of Geodynamics*, 12, 311-331.
- BANKS, N.L., & WARBURTON, J. (1986). 'Passive-roof' duplex geometry in the frontal part of the Moine thrust zone, NW Scotland. *Journal of Structural Geology*, 8, 229-241.
- BELLO, M., CATALANO, S., & TORTORICI, L. (2000). Neogene-Quaternary tectonic evolution of the central sector of the Sicilian Maghrebide Chain. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 119, 3-18.
- BIANCHI, F., CARBONE, S., GRASSO, M., LENTINI, F., & VEZZANI, L. (1987). Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia orientale. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 38, 429-458.
- BISHOP, A.W. (1967). Progressive failure — with special reference to the mechanism causing it. *Proceedings of the Geotechnical Conference, Oslo*, 2, 142-150.
- BONARDI, G., CAVAZZA, W., PERRONE, V., & ROSSI, S. (1982). Il sistema catena-avanzfossa nell'Appennino meridionale. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 24, 219-244.
- BUTLER, R.W.H. (1982). The terminology of structures in thrust belts. *Journal of Structural Geology*, 4, 239-245.
- CARBONE, S., GRASSO, M., LENTINI, F., & PEDLEY, H.M. (2010). Geology of the central and eastern Sicily thrust belt. *Journal of the Geological Society*, 167, 711-730.
- CATALANO, S., DI STEFANO, A., & MONACO, C. (1996). Tectono-sedimentary evolution of the Apenninic-Maghrebide thrust belt in central Sicily. *Tectonophysics*, 260, 291-314.
- CELLO, G., DEIANA, G., & TORTORICI, L. (1989). Structural styles in the Apenninic-Maghrebide thrust belt. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 108, 421-432.
- COSENTINO, D., GLIOZZI, E., & PIPPONZI, G. (1989). Plio-Pleistocene tectono-sedimentary evolution of the Caltanissetta Basin (Sicily). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 95, 349-376.
- DI GERONIMO, I., GRASSO, M., & LENTINI, F. (1978). Sedimentary evolution of the Gela-Catania foredeep. *Geologica Romana*, 17, 1-20.
- DI GRANDE, A. (1967). Le argille di San Giorgio e le sabbie di Caltagirone: contributo alla stratigrafia del Pliocene-Pleistocene della Sicilia centro-orientale. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 86, 1-34.
- DI GRANDE, A., & GIANDINOTO, V. (2002). Correlazioni stratigrafiche plio-pleistoceniche nell'area di Caltagirone-Niscemi. *Studi Geologici Camerti*, 2, 45-62.
- FINETTI, I., LENTINI, F., CARBONE, S., CATALANO, S., & DEL BEN, A. (1996). Geophysical framework of the Ionian-Sicilian region. *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata*, 38, 1-30.
- FINETTI, I., LENTINI, F., CARBONE, S., CATALANO, S., & DEL BEN, A. (2005). Crustal tectono-stratigraphic setting of the Ionian Basin and Sicily Channel. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 124, 529-559.
- GHISETTI, F., & VEZZANI, L. (1984). Thin-skinned deformation of the western Sicily thrust belt. *Journal of Structural Geology*, 6, 5-17.
- GIANDINOTO, V., & DI GRANDE, A. (2002). Correlazioni stratigrafiche plio-pleistoceniche nell'area di Caltagirone-Niscemi. *Studi Geologici Camerti*, 2, 45-62.
- GRASSO, M., LENTINI, F., & CARBONE, S. (1990). Sedimentary and tectonic evolution of the Caltanissetta Basin (Sicily). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 45, 425-436.
- HUTCHINSON, J.N. (1988). General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. *Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides, Lausanne*, 1, 3-35.
- LAVECCHIA, G., FERRARINI, F., DE NARDIS, R., & BROZZETTI, F. (2007). Active thrusting and crustal stress in the Apennines. *Tectonophysics*, 445, 1-30.
- LENTINI, F. (1982). The geology of the Catania-Gela foredeep. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 101, 549-566.
- LENTINI, F., CARBONE, S., & CATALANO, S. (1991). Main structural domains of the central Mediterranean region and their Neogene evolution. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 110, 303-324.
- LENTINI, F., CARBONE, S., & CATALANO, S. (1995). Geological map of Sicily, 1:250,000. Servizio Geologico d'Italia.
- LEROUÉIL, S. (1996). Progressive failure in slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 33, 793-804.
- MAUGERI, G. (1869). Ricordo di una convulsione geologica ignivoma avvenuta in Niscemi nel 1790. *Tipografia Siciliana, Catania*.
- MONACO, C., TAPPONNIER, P., TORTORICI, L., & GILLOT, P.Y. (1997). Late Quaternary slip rates on the Acireale-Piedimonte normal faults and tectonic implications for eastern Sicily. *Journal of Structural Geology*, 19, 1307-1320.
- MONACO, C., CATALANO, S., & TORTORICI, L. (1998). Active thrusting in the central and eastern Sicily. *Tectonophysics*, 298, 357-368.
- MONACO, C., TAPPONNIER, P., TORTORICI, L., & GILLOT, P.Y. (2000). Active faulting and seismicity in Sicily. *Journal of Geodynamics*, 29, 407-424.
- MONACO, C., DE GUIDI, G. (2006). Neogene-Quaternary tectonic evolution of eastern Sicily. *Journal of the Geological Society*, 163, 1021-1035.
- MOSTARDINI, F., & MERLINI, S. (1986). Appennino centro-meridionale: sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 35, 177-202.
- NAVA, G. (1792). Relazione sopra il movimento della terra avvenuto nel territorio di Niscemi il dì 19 marzo 1790. *Archivio Storico Diocesano di Siracusa*.
- OGNIBEN, L. (1969). Schema geologico della Sicilia orientale. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 88, 1-28.
- PARROCO DI NISCEMI (1790). Lettera al Vescovo di Siracusa sul movimento franoso del 19 marzo 1790. *Archivio Storico Diocesano di Siracusa*.
- PATACCA, E., SARTORI, R., & SCANDONE, P. (1979). Post-Tortonian mountain building in the Apennines. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 98, 119-134.
- PERNO, G. (2019). Relazione geologica per il Comune di Niscemi (CL) - Progetto degli interventi necessari a rendere carreggiabile la pista esistente tramite la realizzazione di un bypass, per il ripristino provvisorio e temporaneo della via di emergenza costituita dalla S.P. n. 12, nelle more dei lavori di consolidamento del tratto in frana tra il Km 4+200 e il Km 4+500. Relazione tecnica, Luglio 2019.
- POTTS, D.M., KOVACEVIC, N., & VAUGHAN, P.R. (1997). Delayed collapse of cut slopes in stiff clay. *Géotechnique*, 47, 953-982.
- PRICE, N.J. (1986). Fault and joint development in brittle and semi-brittle rock. *Chapman & Hall, London*.
- Rizzo, V. (2004). Studio geologico-tecnico della frana del 12 ottobre 1997 nel territorio di Niscemi. Relazione tecnica, Comune di Niscemi.

- RODA, C. (1965). *Stratigrafia e strutture del Pliocene e del Pleistocene della Sicilia centro-meridionale*. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71, 1–48.
- SCANDONE, P., BONARDI, G., & GIUNTA, G. (1974). *Interpretazione tettonica dell'arco calabro-peloritano*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 93, 1–28.
- SKEMPTON, A.W. (1964). *Long-term stability of clay slopes*. *Géotechnique*, 14, 77–101.
- TANSI, C., MUTO, F., CRITELLI, S., & IOVINE, G. (2007). *Neogene–Quaternary tectonic evolution of the Calabrian Arc*. *Journal of the Geological Society*, 164, 1–15.
- TORELLI, L., GRASSO, M., & MAZZOLDI, G. (1998). *Structural setting of the Gela Basin (Sicily Channel) from seismic reflection data*. *Tectonophysics*, 298, 209–221.
- VAN DIJK, J.P. (2026). *Sezione geologico strutturale del margine della Mesa di Niscemi*. OCRE – Osservatorio per il Cambiamento e la Resilienza del Territorio, Elaborato tecnico, 2026.
- VAUGHAN, P.R., & WALBANCKE, H.J. (1973). *Pore pressure changes and delayed failure in excavations in stiff clay*. *Géotechnique*, 23, 531–539.
- VARNES, D.J. (1978). *Slope movement types and processes*. In: Schuster, R.L., & Krizek, R.J. (eds.), *Landslides: Analysis and Control*. Transportation Research Board Special Report 176, 11–33.



VISITA IL NOSTRO SITO!

GeCheck s.r.l.

DIAGNOSTICA & GEOFISICA

ACCURATEZZA SCIENTIFICA PER INDAGINI GEOFISICHE E DIAGNOSTICHE STRUTTURALI

GEOCHECK UNISCE TRENT'ANNI DI ESPERIENZA A TECNOLOGIA ALL'AVANGUARDIA, OFFRENDO SOLUZIONI AFFIDABILI E SU MISURA. FONDATA E COORDINATA DAI DOTTORI MAURO CORRAO E GIUSEPPE COCO, L'AZIENDA SI DISTINGUE PER METODI RIGOROSI E SCIENTIFICI, A SUPPORTO DI PROGETTISTI, ENTI PUBBLICI E IMPRESE.



⇒ GEOFISICA APPLICATA

Geosismica – Geoelettrica – Georadar –
Geomagnetismo – Vibrazioni –
Conducibilità termica

⇒ DIAGNOSTICA & PROVE

- ◆ Murature e strutture: martinetti, carotaggi, saggi
- ◆ Legno e cemento: resistograph, sclerometria, ultrasuoni
- ◆ Analisi avanzate: tomografia sonica ed elettrica, termografia, impact echo, misure accelerometriche



⇒ COLLAUDI & MONITORAGGI

- ◆ Edifici e infrastrutture: collaudi dinamici e prove di carico
- ◆ Fondazioni e pali: verifiche statiche e dinamiche
- ◆ Tiranti e catene: monitoraggi dinamici

◆ I NOSTRI PLUS

- Su misura, sempre
- Precisione senza compromessi
- Tecnologia che innova
- Al tuo fianco, in ogni fase
- Analisi complete e flessibili

IL TUO PROGETTO, LA NOSTRA ESPERIENZA!



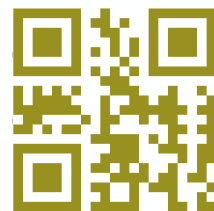
CHIAMA, SCRIVI O VIENI A TROVARCI!

VIA STAZZONE 45, 95025 - ACI SANT'ANTONIO (CT)

348 0173394 | 348 0173395 | 095 413000

GEOCHECK.AMMINISTRAZIONE@GMAIL.COM

M.CORRAO@GEOCHECK.IT - G.COCO@GEOCHECK.IT



SS-XX

I sismometri della serie SS10, SS05, SS02, offrono ampia banda passante, e bassissimo rumore, immunità agli errori di livellamento, e sono ideali sia per misure di rumore ambientale (HVSR) che per il monitoraggio permanente in reti microsismiche, SHM e OMA.

Sono disponibili sia in configurazione di superficie che in versione da pozzo, anche per considerevoli profondità.



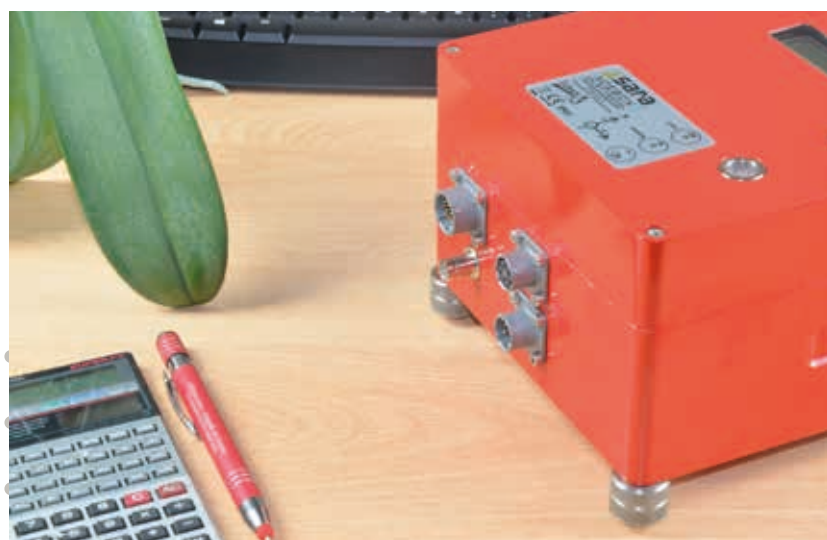
DIGITAL ARRAY

Utilizzato sui ponti già nel 2012, il sistema modulare si compone di nodi sincronizzati tramite GPS e di un processore di segnali che esegue l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dei dati in tempo reale.

Grazie alla nostra tecnologia proprietaria può essere configurato sia a catena che a stella, garantendo flessibilità, qualità del segnale digitale e riduzione dei cablaggi, con installazione semplice e scalabile.

SARA ELECTRONIC INSTRUMENTS

Nel moderno ambiente interconnesso, offriamo tecnologie indispensabili all'esplorazione del sottosuolo, al controllo dei fenomeni ambientali e per la sicurezza delle infrastrutture.



ACEBOX

AceBox è un accelerografo (SMA) con sensori a tecnologia force balance ad altissime prestazioni. Equipaggiato con AD converter di ultima generazione consente l'acquisizione e trasmissione dati ad altissima risoluzione, fino a 32 bit. Dotato di sistemi di comunicazione e standard industriali è ideale per dighe, edifici e monitoraggio permanente del territorio.

Attività di comunicazione

Il Consiglio Nazionale dei Geologi è tempestivamente intervenuto in relazione ai fenomeni meteorologici che dal 22 gennaio hanno colpito Calabria, Sicilia e Sardegna. Oltre ai doverosi sopralluoghi e interventi tecnici in presenza di natura tecnico-scientifica, il Consiglio ha portato avanti un'attività di comunicazione puntuale che si è svolta attraverso i canali istituzionali dei Comunicati Stampa e partecipando attivamente con interventi, dibattiti, interviste, di analisi e approfondimento in merito alla frana di Niscemi, illustrando le cause geologiche e aspetti tecnici dell'evento franoso.

Il Presidente Troncarelli, il Vicepresidente Cappotto e in generale tutti i membri del Consiglio hanno portato avanti, oltre alla attività tecnico-scientifiche legate alla professione, un'attività informativa capillare e costante.



VIDEO INTERVENTI

Di seguito alcuni dettagli:

Elenco di alcune delle cose presenti su FB:



*Intervento
Porta a porta
Roberto Troncarelli*



*Intervento
Sky tg24
Filippo Cappotto*



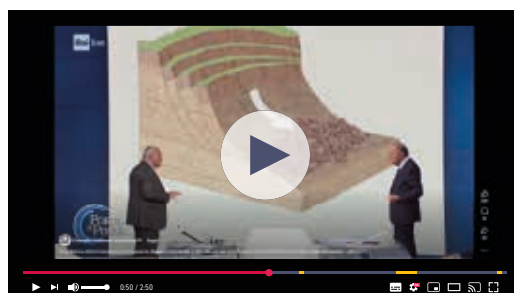
*Intervento
Sky tg24
Roberto Troncarelli*



*Intervento
1 mattina
Filippo Cappotto*



SCOPRI DI PIÙ
*trovi tutti gli
interventi sulla
nostra pagina
facebook*





valsir®
QUALITÀ PER L'IDRAULICA

AQUANEST: la soluzione innovativa per la gestione sostenibile delle acque meteoriche

Aquanest è un sistema modulare (SUDS) per la gestione sostenibile delle acque meteoriche in ambito urbano. I moduli drenanti favoriscono l'infiltrazione, il rallentamento e la ritenzione delle acque piovane, riducendo l'impatto delle precipitazioni più intense sulle infrastrutture.

Fedele al principio dell'invarianza idraulica, Aquanest tutela la naturale capacità del suolo di regolare il deflusso delle acque. Il sistema garantisce che, anche in contesti di intensa urbanizzazione, volume e velocità dell'acqua rimangano entro limiti di sicurezza, prevenendo allagamenti e sovraccarico della rete fognaria.

I moduli, efficienti e versatili, sono facili da installare e adattabili a diversi progetti. Realizzati con materiali resistenti (polipropilene riciclato e cariche minerali), assicurano lunga durata (oltre 50 anni) e azzerano i costi di manutenzione.

In un'epoca di cambiamenti climatici ed eventi meteorologici estremi, Aquanest contribuisce alla resilienza urbana, gestendo efficacemente grandi volumi d'acqua e prevenendo potenziali danni a cose e persone. Il sistema favorisce inoltre il ciclo dell'acqua riducendo il carico sui sistemi fognari.

Aquanest ha un elevato coefficiente di resa vuoto/pieno (96%) e resiste a carichi pesanti (60 tonnellate). Il sistema di aggancio dei moduli garantisce estrema stabilità nel tempo e facilita le ispezioni. La geometria dei moduli ha notevoli vantaggi anche sul piano logistico, semplificando il trasporto degli elementi.

Aquanest è ideale per realizzare bacini disperdenti, vasche di accumulo e di laminazione.



www.valsir.it





 **KELLER**

KELLER UNPLUGGED!

LEVEL & GROUNDWATER MONITORING


PRESSURESUITE
DESKTOP



KELLER ADT1-TUBE

- Remote data transmission unit with logger function
- Measured values: barometer, temperature and moisture sensor, real-time clock (RTC), battery capacity / voltage
- For installation in 2" tubes
- Robust stainless steel metal housing
- Long-life battery enables autonomous operation for up to 5 years
- Software PressureSuite Desktop included
- ADT1-Box available for wall installation